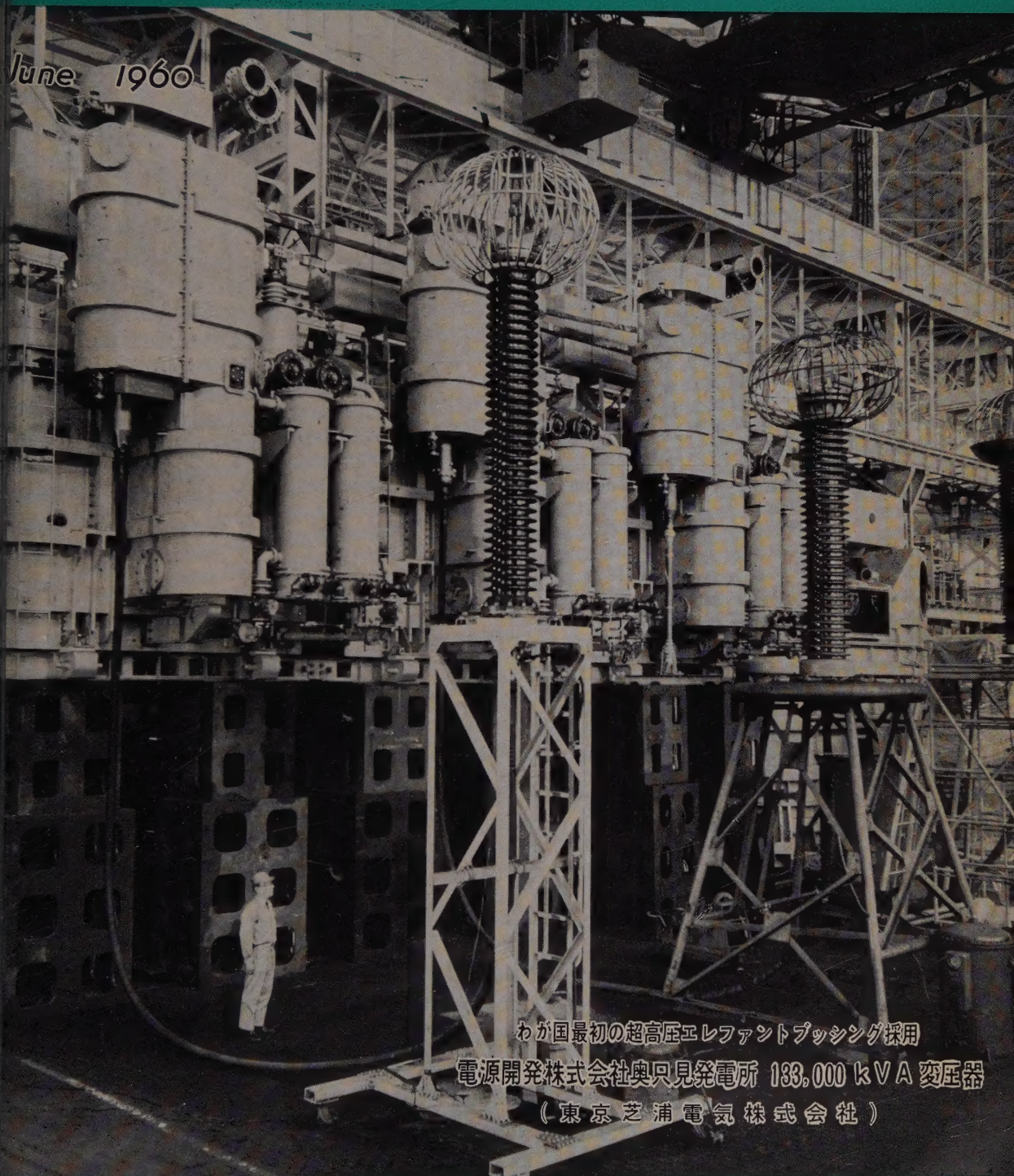


昭和 22 年 8 月 26 日 印刷 昭和 35 年 5 月 26 日 印刷
第三種郵便物認可 昭和 35 年 6 月 1 日 発行 毎月 1 回
1 日 発行

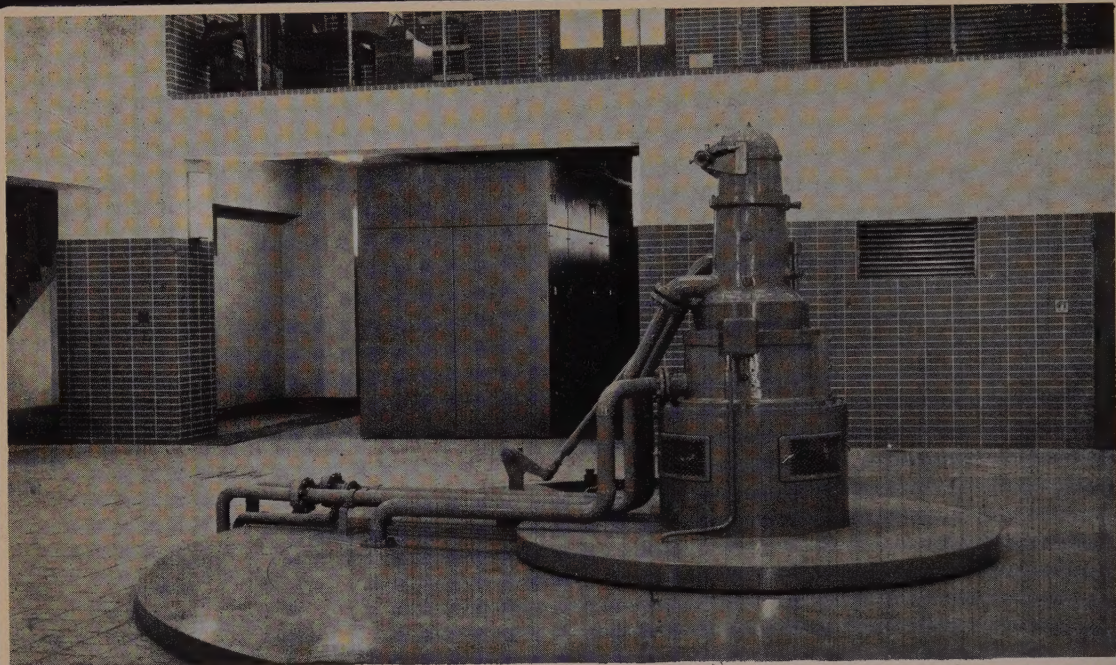
電気学会雑誌

The Journal of the Institute of Electrical Engineers of Japan



June 1960

わが国最初の超高压エレファントブッシング採用
電源開発株式会社奥只見発電所 133,000 kV A 変圧器
(東京芝浦電気株式会社)



東北電力・田沢PS 8,500 kVA水車発電機

大容量自励式水車発電機続々登場

OH式
自励水車発電機

富士



富士電機製造株式会社

富士OH式自励交流発電機は

送電電力の増大に伴う電力の質的向上を期待する世界的要望にこたえ、富士OH式リアクトルと半導体整流器からなる静止形装置により、すぐれた励磁速応性を確保し、発電機の運転制御と構造の上に大きな革新をもたらしました。すなわち

富士OH式自励交流発電機は

過渡安定度の増大、負荷急変時の電圧変動の抑制、極限電力の増加などの諸特長を獲得し、回転励磁機をはぶいた簡潔な構造であります。

富士OH式自励交流発電機は

電力開発用として、すでに 6,700. 8,500. 14,000. 15,000. 28,000kVAなどの製作実績をもつにいたりましたが、なかでも、目下製作中の電源開発・尾鷲第二発電所向け28,000kVA機は、この機種におけるわが国最大容量機であって、その励磁装置に新鋭シリコン整流器が採用されている点とともに、成果が注目されるものであります。

記
録
を
更
新
し
て
ゆ
く
!



三菱超高压変圧器

南川越変電所納312,000kVA特別三相式変圧器

新鋭火力発電所の発電機の大容量化や 膨大なダム式水力発電所の建設と超高压送電線の送電電力の増大とあいまって これらの電力を受電する一次変電所の建設も進み 発電変電所に設置される超高压変圧器は 加速度的に大形化の傾向にあります

三菱電機では 昭和27年にわが国最初の超高压変圧器として 117,000 kVA, 250 kV 変圧器を 関西電力枚方変電所に納入して以来 幾多のすぐれた設備と多年の経験による最高の技術を駆使してほとんど毎年のように 容量の記録を自らの手で更新しています 表は当社が製作した主な超高压変圧器の一覧表で 製作実績は製作中のものをふくめ 3,568,500 kVA という驚異的な実績を納めています

当社が製作した主な超高压変圧器一覧表 (220kV以上)

設 置 場 所	等 価 容 量 (kVA)	電 圧 (kV)	相 数	周波数 (c/s)	冷却方式	台 数	年 度	備 考
関西電力 (枚 方)	117,000	250/77/10.5	3	60	送油風冷	2	27	
" (")	117,000	250/77/10.5	3	60	"	1	28	
" (丸 山)	72,500	13.2/275-154	3	60	"	2	29	
電源開発 (佐久間)	139,500	287.5/161/13	3	50/60	"	1	30	組立輸送
" (")	93,000	13/287.5	3	50/60	"	4	"	"
関西電力 (枚 方)	117,000	250/77/10.5	3	60	"	1	31	"
東京電力 (中東京)	260,000	281.25/147/15.75	3	50	"	2	33	"
九州電力 (刈 田)	190,000	17.2/230	3	60	"	1	"	"
電源開発 (田子倉)	105,000	13/287.5	3	50	送油水冷	3	"	"
" (南川越)	312,000	275/147/15.4	3	50	送油風冷	1	34	"
東北電力 (本 名)	120,000	275±12.5/161(21)	3	50	"	2	"	"
九州電力 (刈 田)	190,000	17.2/230	3	60	"	1	35	"
電源開発 (南川越)	312,000	275/147/15.4	3	50	"	1	"	"
東京電力 (南東京)	260,000	275±75%/147/15.75	3	50	"	1	製作中	"
関西電力 (丸 山)	105,000	275/154-77/10.5	3	60	"	1	製作中	"

三菱電機株式会社



I C C 形コントロールセンタ

近来、各種産業における工場設備の合理化と生産能率向上のため、各種制御関係の自動化により機械装置と電機品の集中配置、中央管理方式が採用されるようになりました。

コントロールセンタは、このような要望に応ずるために作られた集合制御盤で、多数の電動機群を使用するプラントに最適です。



株式会社 明電舎

- 取り扱いが安全
- 制御が簡単
- 信頼度が高い
- 故障少なく、保守、点検が容易
- 据付面積の経済的利用
- 据付、配線が簡単容易
- 増設、変更が容易
- 美しい外観
- 操作事故の減少
- ユニットの互換性

電 気 学 会 雑 誌

昭和 35 年 6 月

第 80 卷 第 6 冊 第 861 号

本号のみどころ

諸行事こよみ、35 年東京支部大会予告、オペレーションズ・リサーチ講演会、ハリス教授講演会、第 5 回静電気研究発表会、有機半導体を中心とした講演会、35 年連大(再告)、名簿作成資料についてのお願ひ、技術報告出版、第 12 回電磁界理論研究専門委員会の会告がある。(前 4~6)

反射鏡を併用する熱検出器の放射入力による熱起電力

表面温度の遠隔測定に用いられる赤外線検出器検出部の特性を解析的に明らかにして、一般のチョップ形熱検出器に対しても成立する理論式を導いた。(697 ページ)

マイクロ波におけるフェライト定数の温度特性 マイクロ波発振器の大電力化に伴ない、フェライト機器の温度特性が問題になってくる。ここではフェライトのテンソル透磁率と誘電率の温度特性の測定結果について述べ、従来の理論式をどのように利用したらよいかについて論じている。

(706 ページ)

かご形誘導電動機の起動過渡トルクの解析 誘導電動機の過渡現象を多軸行列法にラプラス変換を適用することによって論じ、起動加速中の過渡トルクの解析を行っている。

(713 ページ)

内部導体を含む円筒コイルの過渡応答について 内部に導体棒のはいった円筒コイルにおいて、急激に電圧を印加した場合の電流変化および導体内の磁界の変化を理論的に求め、等価回路を与えて実験的に確かめたもの。(722 ページ)

衝撃電流により連接接地網および制御回路に誘起される電圧について 発電所にサージが侵入した場合、所内に設置された制御ケーブルに発生する電圧を実験的に求め、さらにその発生機構を理論的に検討したもの。(727 ページ)

平衡形直結増幅器の電源変動によるドリフト 直結増幅器の電源変動によるドリフトを理論的に検討し、さらに実験的に確かめてドリフトを最小にするための対策を与えたもので、従来あまり明らかにされていなかった数量的検討を加えて、実際の設計に有用な資料を与えている。(736 ページ)

シンクロレゾルバの温度特性 シンクロレゾルバの位相ずれなどの誤差が、巻線の温度特性にあるとして、理論と実験との照合を行い補償回路の定数決定法について述べたもの。(743 ページ)

の。(743 ページ)

真空スイッチの残留電流 小形の真空スイッチを試作し、3,300 V, 100 A 前後における消弧特性、特に残留電流について実験したもので、真空度を変えて多くの実験を試みてある。(747 ページ)

衝撃沿面フラッシュオーバーに関する一考察 沿面フラッシュオーバーのストリーマの進展について、誘電体のイメージ力を考えて、誘電率の異なる媒質の表面フラッシュオーバーの特性を説明したもの。(755 ページ)

短い超音波パルスの送受方法及び探傷器への応用 コンクリート、炭素棒、耐火れんがなどの超音波探傷を可能にするため、指向性のよい短い超音波パルスを発生させる方法が研究され、送受波器を作って実験を行った結果、相当よい成績が得られたことを述べたもの。(761 ページ)

電気用語と漢字制限に関連して 国語の問題についてはいろいろな意見があるようだが、この度は電気学会の問題として登場した。わが国語が現在当面している悩みが浮きぼりにされているようだが、これに引続いて多くの会員から御意見の寄せられることを期待したい。(寄書 769 ページ)

用語選定について 前項の寄書に対して寄せられた電気用語標準特別委員会よりの回答 (寄書 772 ページ)

変圧器の衝撃電圧試験における故障検出(要旨) 変圧器衝撃電圧試験標準規格 (JEC-110) の改定にあたり、故障検出法を本文に規格として採り入れることとなり、内外の文献につき調査研究を行った技術報告第 37 号の要旨。

(報告 773 ページ)

高周波木材加工技術基準(要旨) 高周波木材加工に関する従来の研究報告について調査し、技術基準が作成され技術報告第 38 号に発表されたが、その要旨である。

(報告 775 ページ)

注水固有抵抗によるがいしのフラッシュオーバー電圧の変化(要旨) 試験電圧標準特別委員会からの依頼に基づいて閃絡電圧専門委員会で、がいしの汚損、注水試験法の立案を行うこととなり、従来の試験結果を調査するとともに、各種がいし、ブッシングについて注水フラッシュオーバー試験を実施した技術報告第 38 号の要旨。(報告 776 ページ)

自励交流発電機 近年、各方面に新しい分野を開きだした励磁機を有しない自励交流発電機について、速応性、電圧変動などの諸特性を、従来の励磁機を有する交流発電機と比較して解説してある。(技術綜説 778 ページ)

目

次

資 料・論 文

反射鏡を併用する熱検出器の放射入力による熱起電力	重台 五郎	697 (1)
マイクロ波におけるフェライト定数の温度特性	岡田 文明	706 (10)
かご形誘導電動機の起動過渡トルクの解析	竹内寿太郎	713 (17)
内部導体を含む円筒コイルの過渡応答について	河合 正・近藤 博通	722 (26)
衝撃電流により連接接地網および制御回路に誘起される電圧について	山村 豊・善波 正夫・吉川平八郎・小島 基利・横沢 転・藤沢 喜行	727 (31)
平衡形直結増幅器の電源変動によるドリフト	永田 稔・阿部善右衛門	736 (40)
シンクロレゾルバの温度特性	不破 康博	743 (47)
真空スイッチの残留電流	中野 義映・長岩 猛夫	747 (51)
衝撃沿面フラッシュオーバーに関する一考察	長田 晋吾	755 (59)
短い超音波パルスの送受方法と探傷器への応用	加藤 金正・角所 収・村上 林	761 (65)

製 品 紹 介

銅・銅合金の加工	住友電気工業株式会社	767 (71)
----------------	------------	----------

寄 書

電気用語と漢字制限に関連して	新宮 行太	769 (73)
用語選定について	山田 直平	772 (76)

報 告

変圧器の衝撃電圧試験における故障検出 (要旨)	試験電圧標準特別委員会絶縁試験法小委員会	773 (77)
高周波木材加工技術基準 (要旨)	誘電加熱専門委員会	775 (79)
注水固有抵抗によるがいしのフラッシュオーバー電圧の変化 (要旨)	閃絡電圧専門委員会	776 (80)

技 術 綜 説

自励交流発電機	村山 義夫	778 (82)
---------------	-------	----------

学 界 時 報

.....		784 (88)
-------	--	----------

特 許 紹 介

.....		815 (119)
-------	--	-----------

ニ ュ ー ス

.....		819 (123)
-------	--	-----------

本 会 記 事

.....		823 (127)
-------	--	-----------

調査委員会記事

.....		827 (131)
-------	--	-----------

昭 和 35 年 電 気 四 学 会 連 合 大 会 題 目

.....		831 (135)
-------	--	-----------

求 人 ・ 求 職

.....		857 (161)
-------	--	-----------

会 告

.....		(前 4~6)
-------	--	---------

告〔諸行事こよみ, 35 年東京支部大会予告, オペレーションズ・リサーチ講演会, ハリス教授講演会, 第 5 回静電気研究発表会, 有機半導体を中心とした講演会, 35 年連大 (再告), 名簿作成資料についてのお願い, 技術報告出版, 第 12 回電磁界理論研究専門委員会〕

電 気 学 会 雑 誌 へ の 寄 稿 注 意

1. 寄稿者は原則として本会会員に限る。
2. 本会所定のもよう紙に「電気学会雑誌寄稿のしおり」に基づいて執筆のこと。これらは申込み次第送付する。
3. 寄稿の種類
 - 3・1 資料・論文 (長さは刷上り 10 ページ以内, 英文要旨付) (雑誌 1 ページは本会原稿用紙で 6 枚) 学術および技術に寄与する新しい研究成果
 - 3・2 誌上討論 (長さは原則として刷上り 1 ページ以内) 本会誌に掲載された事項に関する討論およびそれに対する原著者の回答
 - 3・3 寄書 (長さは原則として刷上り 2 ページ以内) 学術又は技術に関して, 会員一般の関心を促すための意見, 本会の事業および動向に対する批判, 意見等
- 3・4 会員の声 (600 字以内, 用紙随意) 雑誌, 講演会その他本会の事業を改善するための建設的意見等を簡潔に執筆したもの。誌上匿名は差支ない。採否は編修理事が決定する。又要旨だけ掲載する場合もある。
4. 本会受付前に他の公開出版物にはほぼ同じ位詳しく掲載されたものは原則として掲載しない。
5. 英文要旨 資料・論文に 300~500 語以内 (図表を付けない) の英文要旨を付けること。これは海外向本会誌のみに掲載する。
6. 原稿の送付先 東京都千代田区有楽町 1 丁目 3 番地 電気学会編修課
7. 別 刷 50 部までは無料で著者に贈呈。それ以上は有料。

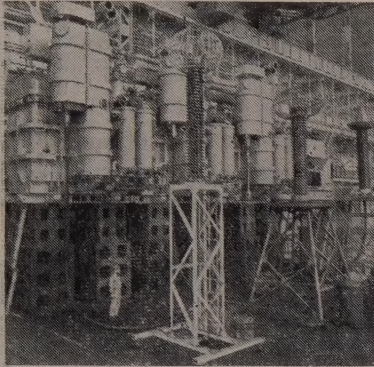
わが国最初の超高圧エレファント

ブッシング採用

電源開発株式会社奥只見発電所

133,000 kVA 変圧器

(東京芝浦電気株式会社)



電 圧 一次 15kV

二次 287/275/262.5kV 直接接地

(表紙写真説明)

東芝では、電源開発株式会社奥只見発電所に現在すえ付け中の、日本最大 137,000kW 水車(3台)、133,000kVA 水車発電機(3台)に引き続き 133,000 kVA 変圧器 3台のうち 1 台を完成した。

この変圧器は、水力発電所用としては最大であり、また 287 kV のエレファントブッシングを採用したのもとしても、わが国最初の製品である。

仕 様

台 数 3台
形 式 特殊三相送油水冷式
周波数 50 c/s
出 力 133,000 kVA

会 副 会 長	後 藤 以 紀
総 務 理 事	福 田 節 雄
会 計 理 事	浅 見 義 弘
編 修 理 事	宮 井 寛 一
調 査 理 事	平 関 英 男
東 京 支 部 長	山 田 太 三
関 西 支 部 長	和 田 村 久 健
九 州 支 部 長	小 沢 井 久 義
東 北 支 部 長	森 柳 之 園 親
東 海 支 部 長	上 荒 岡 斎 藤
中 国 支 部 長	村 林 富 芳
北 海 道 支 部 長	高 野 知 武
北 陸 支 部 長	竹 佐 上 川 本
四 国 支 部 長	松 加 藤 保
	保 幸 千 夫 吾 男 博 彦 雄 造 喜

告 白 目 次

ア	三 社 電 機 (前16)	高 砂 製 作 所 (後2)	日 幸 電 機 (後3)	藤 倉 電 線 (前37)
明 製 作 所 (後13)	山 洋 電 気 (後9)	タケダ理研工業 (前20)	日 新 電 機 (前13)	古 河 電 気 工 業 (前40)
安 藤 電 気 (前25)	シ	チ	日 測 電 子 工 業 (前49)	ホ
イ	島 津 製 作 所 (後22)	千 野 製 作 所 (後2)	日 本 科 学 技 術 情 報 セ ン タ ー (前19)	北 辰 電 機 (後12)
井 上 電 機 (前44)	昭 和 電 線 (前36)	中 央 製 作 所 (前26)	日 本 科 学 冶 金 (後18)	本 多 電 機 (後5)
岩 佐 電 気 (後22)	昭 和 電 熱 (後7)	中 外 接 点 (後19)	日 本 開 閉 器 (後10)	マ
岩 崎 通 信 機 (前33)	神 鋼 電 機 (前12)	ツ	日 本 抵 抗 器 (後6)	松 尾 電 機 (後21)
エ	新 興 通 信 工 業 (後16)	椿 本 鋼 球 製 造 (後19)	日 本 電 気 (前34)	松 下 通 信 工 業 (前8)
江 藤 電 気 (後4)	新 中 央 工 業 (後14)	テ	日 本 電 気 精 器 (後12)	松 下 電 器 産 業 (後1)
荏 原 製 作 所 (後5)	新 日 本 電 気 (前35)	電 気 学 会 (前7)	日 本 電 気 機 材 (後21)	ミ
エ・ア・ブラウ (前10)	ス	戸 上 電 機 (表4)	日 本 電 源 機 器 (前9)	三 菱 鉛 筆 (後23)
オ	水 道 機 工 (後16)	東 亜 電 波 工 業 (前27)	日 本 電 線 (前39)	三 菱 電 機 (表2対向)
大 倉 電 気 (後9)	鈴 木 電 工 (後11)	東 海 高 熱 工 業 (後17)	日 本 電 波 (前28)	メ
大 阪 変 圧 器 (前14)	住 友 電 気 工 業 (前21)	東 京 芝 浦 電 気 (表1)	日 本 イ ン タ ー ナ シ ョ ナ ル 整 流 器 (前23)	目 黒 電 波 測 器 (前30)
沖 電 機 (前52)	ス タ ー ラ イ ト 工 業 (後8)	東 京 電 気 精 機 (前29)	日 本 マ イ ク ロ モ ー タ ー (前11)	明 電 舎 (みどころ対向)
カ	精 機 工 業 所 (後23)	東 電 舎 (後6)	ハ	ヤ
桂 川 電 機 (後11)	整 備 工 事 (後10)	東 邦 計 量 器 (後20)	ハンセン電機 (前48)	安 川 電 機 (前17)
神 岡 金 属 (後20)	関 商 事 (前31)	東 邦 産 研 (前51)	ヒ	山 武 ハ ネ ウ エ ル (前46)
キ	ソ	東 洋 計 器 (前15)	日立製作所 (表3)	横 河 電 機 (前42)
共 和 無 線 (後19)	双 信 電 機 (後15)	東 洋 端 子 (前50)	日立電線 (前47)	リ
コ	ソ ニ ー (後1)	東 洋 通 信 機 (前45)	日立製作所 (前22)	理 化 電 機 研 究 所 (前18)
コッス測定器 (後13)	タ	ナ	樋 口 製 作 所 (前22)	理 化 電 機 工 業 (後17)
コ ロ ナ 電 気 (後20)	多 摩 川 精 機 (後7)	中 里 合 名 (後18)	フ	立 正 電 機 (後14)
コ ロ ナ モ ー タ ー (前32)	大 成 化 学 (後18)	長 浜 製 作 所 (後3)	富 士 電 機 (表2)	ワ
サ	大 日 電 線 (前38)	二	富 士 通 信 機 (前41)	渡 辺 電 機 (後15)
佐 藤 金 属 (後4)	高 岳 製 作 所 (前24)	二 井 蓄 電 器 (前43)		
三 栄 測 器 (後8)				



電 気 学 会

東京都千代田区有楽町一丁目三番地

電話和田倉 (201) 983 番 振替口座 東京 3168 番
984

諸 行 事 こ よ み

6 月 20 日 昭和 35 年連合大会シンポジウム講演予稿予約申込締切 (5 月号会告参照)

6 月 25 日 オペレーションズ・リサーチ講演会 (別掲会告参照)

6 月 27・28 日 静電気研究発表会 (別掲会告参照)

6 月 29 日 有機半導体を中心とした講演会 (別掲会告参照)

7 月 1 日 電磁界理論研究専門委員会 (別掲会告参照)

7 月 7 日 米国コロンビア大学ハリス教授講演会 (別掲会告参照)

7 月 25～29 日 電気四学会連合大会 (別掲および 4, 5 月号会告参照)

東京支部大会 (別掲会告参照)

電気学会会員名簿作成資料の提出 (別掲会告参照)

昭和 35 年電気学会東京支部大会予告

標記大会を下記により開催することといたしました。詳細は本誌 7 月号会告欄に発表いたします。

1. 論文発表方法 リポータ方式 (昨年度と

ほぼ同じ)

2. 期 日 昭和 35 年 11 月 5, 6 日

3. 会 場 東京大学工学部 3 号館

4. 論文申込期限 8 月 10 日

5. 原稿提出期限 9 月 5 日

電気学会東京支部

オペレーションズ・リサーチ講演会

日 時 6 月 25 日 (土) 午後 1 時 30 分

会 場 日本国有鉄道本社 8 階映写室 (国電, 東京駅 北口前)

講 演 1. OR 海外視察談.....日立中研 星合 正治君
2. わが国の OR について.....電々公社 茅野 健君
3. OR の二三の実例.....国 鉄 横山 勝蔵君
4. OR の思想と手法の変遷について.....東 工 大 松田 武彦君

〔来聴歓迎・聴講無料〕

電気学会東京支部・電気通信学会東京支部

ハリス教授講演会

日 時 7 月 7 日 (木) 午後 1 時

会 場 早稲田大学 19 号館 329 号教室 (新宿区戸塚町 1 丁目, 都電早稲田車庫前または国電高田馬場駅からバス早大正門前下車)

講 演 1. Room Acoustics and Reproduction of Sound

.....米国コロンビア大学教授 ハリス博士

〔来聴歓迎・聴講無料〕

電気学会・電気通信学会・音響学会各東京支部

第5回静電気研究発表会

日 時 6月27日(月) 午前9時～午後5時 28日(火) 午前9時～正午

会 場 東京理科大学 2号館 211号室(新宿区神楽坂, 国電飯田橋 市ヶ谷寄下車 堀際)

研究発表講演および次第

27日, 午前

1. Geの探触帯電……………葛西昭成, °橘高重義(東理大)
2. 布類の帯電について……………高田 実, °庄田新一, 斎藤寿良(山形大)
3. 高分子破断による帯電(その4)……………田中憲三, °斎藤 洋(京工繊大)
4. 管中の流動にともなう静電気……………°山本格治, 野々村卓雄(都RI総研)
5. 被照射絶縁性パイプと静電気について……………山本格治(都RI総研)
6. 石油系液体の帯電……………菅 義夫, °大滝善太郎, 大滝幸子(東大)

27日, 午後 静電気障害対策シンポジウム

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| 静電気災害の現況……………上月三郎(産業安全研) | 帯電防止レコード……………三浦勇三(東芝) |
| 帯電防止塗料……………野口雪雄(日本コロコート) | 録音テープの帯電防止……………橘高重義(東理大) |
| 帯電防止油剤……………湯川孝而(東邦化学) | 除電機による帯電防止対策…木脇久智(電試) |

28日, 午前

7. 静電気測定法についての一考察……………橘高重義 °葛西昭成(東理大)
8. 布用帯電測定装置(その2)……………°斎藤 洋, 松村彰一(京工繊大)
9. 可燃性ガス中における静電気除去器の着火危険について…°坂主勝弘, 上月三郎(産業安全研)
10. プラスチックスの直接親水化による静電防止処理と対セメント密着性向上とその並行性
……………村上幸雄(関東学大)
11. 静電気による液体の微粒化……………萩原正夫(阪大)
12. プラスチックスを用いた静電形回転器……………加藤一郎(千葉工大)

[来聴歓迎・聴講無料]

主催 高分子学会・電気学会東京支部外8学会

有機半導体を中心とした講演会

日 時 6月29日(水) 午前9時～午後5時

会 場 東京大学理学部第2号館大講堂(文京区本富士町・都電一東大正門前下車)

講演 (1～4 午前, 5～10 午後)

1. 有機固体化学の将来性……………牧島象二(東大)
2. 半導体材料の進歩……………鳩山道夫(電試)
3. 電子状態から見た有機半導体……………押田勇雄(小林理研)
4. 有機結晶の半導体……………赤松秀雄(東大)
5. 半導体有機物質の合成……………神原 周(東工大)
6. いわゆる有機半導体について……………小林秋男(通研)
7. 半導体ガラス……………宗像元介(電試)
8. 高分子の表面電気伝導度……………川崎弘司(電試)
9. 高分子の固体電気伝導度……………中島達二(電試)
10. 照射高分子の電気伝導度……………深田栄一(小林理研)

[来聴歓迎・聴講無料]

主催 高分子学会・電気学会東京支部外5学協会

昭和 35 年電気四学会連合大会 (再告)

標記大会は、来る 7 月 25 日から 29 日にわたり北海道にて開催いたし、特別講演 4 件、一般講演 1,833 件、8 課題に関するシンポジウム、見学会 4 班のほか懇親会、展示会などの催しがあります。詳細は 4 月号および 5 月号会告を御覧下さい。

「講演論文集」および「シンポジウム講演予稿」は予約出版ですが、若干は余部を作りますので、確実に入手したい方でまだ申し込んでない方は、至急お申し出下さい。

電気四学会連合大会委員会

名簿作成資料についてのお願い

電気学会会員名簿・昭和 35 年版を出版し、全正員に無料で配布いたすため準備をいたしております。ついては「名簿作成資料」を出していただくよう総会通知に同封しましたが、できるだけ正確を期したいと存じますので、異動のあった方でまだ出していない方はぜひお送り下さい。また何かの手違いで資料用紙が届かない方は至急お申し越し下さい。

電 気 学 会

電気学会・技術報告第 40 号

B 5 判 46 ページ 定価 70 円 (送料 10 円)

送電線のコロナ損計算について.....送電専門委員会報告

特別高圧がいし装置推奨案.....送電専門委員会報告

〔既刊の目録は、お申し越し次第進呈いたします〕

東京都千代田区有楽町 1 の 3 電 気 学 会 振替口座 東京 3168 番

第 12 回電磁界理論研究専門委員会

(委員長) 伊藤 誠, (幹事) 細野敏夫, 飯島泰蔵, (幹事補佐) 堀内和夫

日 時 7 月 1 日 (金) 午後 2 時

会 場 早稲田大学理工学部 9 号館 2 階会議室 (東京都新宿区戸塚町)

議 題 Wiener-Hopf 型連立積分方程式の解法について (I).....五十嵐 彰 (電 試)

参加者 電気学会々員に限る。参加費 無料 (予稿は当日実費頒布)

電 気 学 会 ・ 放 電 専 門 委 員 会 編

放電ハンドブック

A5判・510ページ・上質紙使用・上製本

定価 900 円 (送料 100 円)

放 電 専 門 委 員 会 委 員

委員長 鳥 山 四 男 (武蔵工業大学)
幹 事 山 本 賢 三 (名古屋大学)
" 稲 田 金 次 郎 (日本大学)
委員 浅 見 義 弘 (北海道大学)
" 大 木 正 路 (三菱電機)
" 木 村 鐘 治 (日立製作所)
" 篠 原 卯 吉 (名古屋大学)
" 吹 田 徳 雄 (大阪大学)
" 高 津 清 一 (電気通信研究所)

委員 武 田 進 (横浜国立大学)
" 八 田 吉 典 (東北大学)
" 平 野 愼 吾 (古河電工)
" 本 多 侃 士 (東京電機大学)
" 鳳 誠 三 郎 (東京大学)
" 法 貴 四 郎 (原子力局)
" 三 田 昇 (電気試験所)
" 三 好 保 憲 (名古屋工大)
" 若 林 良 一 (東芝電気)

(以上の委員のほかに、約 20 氏にのぼる斯界の専門家が執筆に協力された)

絶縁破壊すなわち放電現象の問題は、電気工学においても物理学においても重要かつ興味ある問題の一つである。しかるに、この問題は非常に複雑で、いまなお誰でもが認め得るような理論がない。気中放電に例をとれば、Townsend の理論が発表されてから半世紀近くになるのに、まだこの理論にさえも多くの問題が残されている。液体誘電体中の放電現象にいたっては、まだ確認された理論がない状態で、今後の研究にまたねばならない問題が非常に多い。

しかし、電気工学においては、いままでのデータを基礎にして、できるだけ合理的な設計をなし、優秀にしてかつ低価格の電気機器を製造しなければならない。

このため、電気学会では、昭和 29 年より放電専門委員会を設け、本書を編修することにした。すなわち、最近までのデータをできるだけ多く集め、これを整理して現場の技術者、研究者および学生諸君の座右の便に供するよう編修されたものが本書である。

〔新学期に学生諸君におくる特典〕

期間中とくに学校関係者に限り、下記のような御便宜を御取計らいたしますから、ぜひ、御利用下さい。

○特典期間：昭和 35 年 6 月 15 日～7 月 31 日

○特 価：4 部まで：1 部につき 850 円 (送料学会負担)

5 部～9 部：1 部 " 800 円 (")

10 部以上：1 部 " 750 円 (")

○申込方法：学校あるいは教室単位にて必要部数を御取まとめの上、担当責任者より御申込下さい。分割払いを希望される向には、御相談に応じます。(申込用紙は自由)

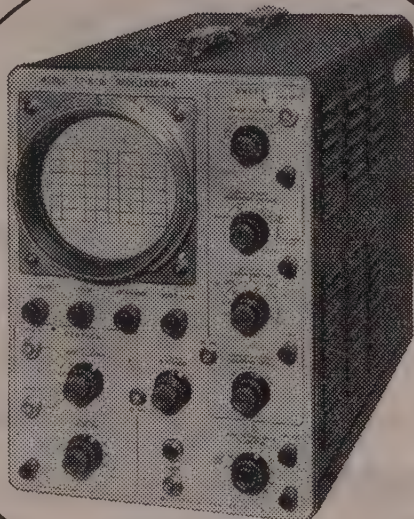


東京都千代田区有楽町 1 の 3

発 行 所 電 気 学 会

振替口座東京 3168

新 型



CT-521B型
正価 360,000円

計測器

規格

CT-521B型

- 使用ブラウン管 130H-B1A
- 垂直軸偏向感度 $0.05\text{V/cm} \sim 20\text{V/cm}$
- 周波数特性 $\text{dc} \sim 15\text{Mc}$ 偏差3db
- 時間軸掃引速度 $0.1\mu\text{sec/cm} \sim 5\text{sec/cm}$
- 掃引方式
トリガー掃引、繰返し掃引

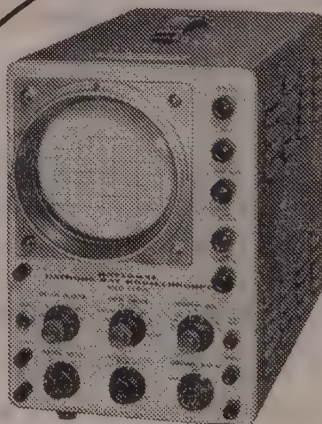
dc ~ 15Mc

デジタルシンクロスコ-7。

規格

CT-511A型

- 使用ブラウン管 5UP1(F)
- 垂直軸偏向感度 $0.1\text{V/cm} \sim 30\text{Vdc/cm}$
- 周波数特性 $\text{dc} \sim 1\text{Mc}$ 偏差3db
- 時間軸掃引速度 $3\mu\text{sec/cm} \sim 300\text{msec/cm}$
- 掃引方式
トリガー掃引、繰返し掃引



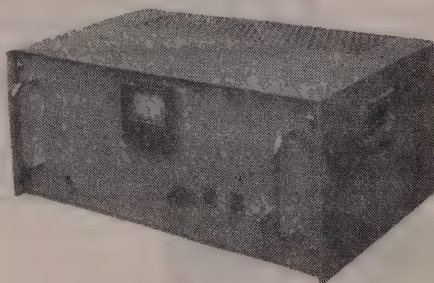
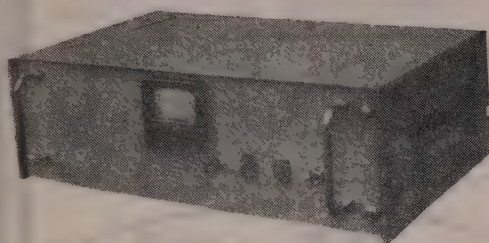
CT-511A型
正価 145,000円

カタログ進呈 東京都品川局区内
松下通信工業計測課

松下通信工業株式会社

全トランジスター増巾器型 交流自動電圧調整器

VOLCO



日本で初めての真空管増巾器式、世界で初めて磁気増巾器式自動電圧調整器を発表したVOLCOが、今回又世界で初めての全トランジスター増巾器式の自動電圧調整器を商品として市場に提供することになりました。

性能は従来の真空管式と全く同様な優秀なものです。

寿命と信頼性は従来の磁気増巾器式よりはるかにすぐれてお居ります。

サービス代行店

関東甲信越地区 吉沢精機工業株式会社
本社 東京都文京区湯島新花町35
 Tel. (921) 1042, 7088, (929) 0289
営業所 長野市横町20
 Tel. 長野 4601
 新潟市下大川前石油企業会館内
 Tel. 新潟 (3) 0603
中京地区 株式会社 朝日商会
 名古屋市中種区覚王山通3-34
 Tel. (73) 0625~6.465.7964

関西地区 株式会社 三栄商会
 大阪市北区東掘川町11
 Tel. 大阪 (36) 2556~7
中国・四国・九州地区 新川電機株式会社
本店 広島市三川町1
 Tel. 中 (2) 9147~9.9140
支店 高松市南鍛冶屋町4-18
 Tel. 高松 (2) 7343
 福岡市上小山町3-4
 Tel. 福岡 (2) 0514-(3) 6344

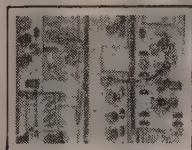
日本電源機器株式会社

東京都墨田区寺島町5-130 電話 (611) 2461 2971
 出張所 大阪市東区谷町1-7 電話 (94) 1140

高絶縁仕上に

Silox Pelgan Spray

速乾性シリコーン・ワニスで、極めて高い表面抵抗と耐アーク性を有し、各種強弱電機器の表面仕上用として使用されている。



		Silox Pelgan 7	Silox Pelgan C	Silox Pelgan Spray
粘 度 (c.p)		100~200	100~150	
絶縁耐力 (v/0.1mm)	常態	6200		5900
	受水后 (24h)	6000		5500
体積固有抵抗 ($\Omega \cdot \text{cm}$ 25°C)	常態	1.8×10^{16}	1.1×10^{15}	1.2×10^{16}
	浸水后	1.6×10^{16}	1.1×10^{15}	1.2×10^{16}
表面固有抵抗 (Ω) 25°C	常態		3.8×10^{15}	$> 2.0 \times 10^{16}$
	浸水后		1.0×10^{15}	$> 2.0 \times 10^{16}$



Trade Mark
Reg. J. Pat. Off

富士高分子工業株式会社 (旧エ・ア・ブラウン・マクフアレン(株) 目黒研究所)

本社・目黒研究所 東京都目黒区上目黒3丁目1846 電話(713)0195(代)
東京連絡所 東京都中央区銀座2丁目3 米井ビル 電話 京橋(561)5141-5
大阪連絡所 大阪市東区今橋4丁目1 三菱信託ビル 電話 北浜(23)727-4210

特約店 弘 栄 貿 易 株 式 会 社

本 社 神戸市生田海岸通5(商船ビル) 電話(4)16,86
東京支店 東京都中央区銀座東8の1 電話(541)2383
大阪支店 大阪市北区樋上町84 電話(34)7771

Silicone News



Dow Corning
5 Compound

碍子絶縁 } に応用
塩塵害防止 }

型録は、下の点線囲みの部分を切抜き
御請求下さい。

カタログ送附されたし

氏 名 _____
住 所 _____
勤務先
(会社名) _____

電気学会雑誌-1-35

エ・ア・ブラウン・マクフアレン株式会社

東京都中央区銀座2~3米井ビル 電(561)5141~5
大阪市東区今橋4 三菱信託ビル 電(23)727-4210

first in
silicones

Dow Corning
FIRST IN SILICONES

HIGH
PRECISION
PATENTED

世界水準を上まわる！ J. MICRO MOTOR

科学技術庁長官賞受賞
特許庁長官賞受賞
大河内記念賞受賞
朝日新聞発明賞受賞
科学技術庁注目発明選定

高信頼度 高追従性 安定性能

D. C. SERVO MOTOR, SERVO MOTOR GENERATOR

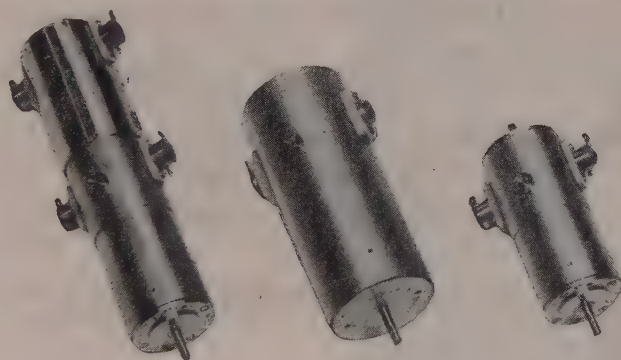
マイクロモーターは独特の構造をもつ極めて精巧な微小形低損失直流電動機で、短起動時定数、高信頼度を有し、自重 100 g のモーターの能率 73 % という 1/2 HP の直流電動機の能率に匹敵する高性能モーターである。

特に使用経過による作動電流の漸増傾向は全くなく性能は均一かつ安定である。

- | | | |
|-----|---|---|
| 特 徴 | (1) 各個特性の偏差が極めて少い
(2) 直径 18 mm 重量 43 g
(3) 高能率 0.5 W 型 52 % 2 W 型 73 %
(連続定格出力時)
(4) 定格負荷連続作動 2,000 時間以上
(5) 右転、左転特性一致 | (6) $-50^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$ で作動
(7) 定格出力時定格回転数 3,000,
5,000 r.p.m.
(8) 180 g の加速度に耐える
(9) $\text{Hg } 10^{-3}\text{mm}$ において作動
(10) 短起動時定数 0.02 秒以下 |
|-----|---|---|

製造品目	微小形低損失直流電動機	微小形速度計発電機付直流電動機
	微小形低損失直流発電機	信号用直流電動機

当社で定めた規格テーブルの数値と納入製品性能との差異はなく、詳細な仕様規格によって納入します。



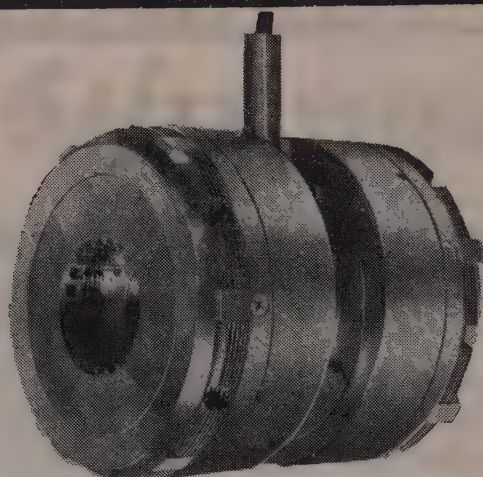
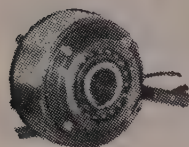
タコジェネレーター内蔵サ
ーボ用 マイクロモーター

能率 73 %, CL-4 B
強力マイクロモーター

CL-2 A
マイクロモーター

日本マイクロモーター株式会社

東京都目黒区下目黒 4-851 番地 電話 (713) 代表 2137~9



神鋼

小型湿式多板

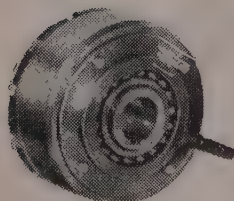
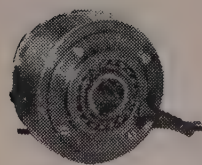
工作機械、産業機械の
自動化と能率向上に

電磁クラッチ
電磁ブレーキ

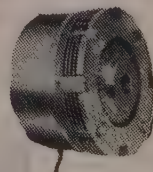
電磁クラッチ ブレーキ コンビネーション

■ 特 長

- 寸法最小……最小の寸法で最大のトルクを発揮させます
- 残留トルク 1 % 以下……独特の設計により残留トルクを画期的に少なくしました
- 刷子不要……装備並びに保守が容易です
- 調整永久不要……取付後の調整は一切不要です
- 取付簡単……取付部の歯切・加工を要しません



小型乾式多板電磁クラッチ・ブレーキも製作いたします。その他 1000 K W 以上の大容量の電磁クラッチまで各種の豊富な型式を擁しています。



神鋼電機株式会社

本社 東京都中央区西八丁堀 1 の 4
営業所 東京 大阪 名古屋 神戸 小倉 広島 札幌 富山

モータを安全に

運転する

日新の

マグネスタ

高圧気中電磁配電箱



小形・高性能・廉価

従来から高圧モータの起動運転用に油入配電箱が使用されておりますが、最近では種々の利点を有する高圧気中電磁配電箱の出現が渴望されていまして。

弊社では、これらの要求に応えるべく、モータの起動運転用気中開閉器、指示計器、保護継電器、変成器など一切の機器を全鋼板製のキュービクルに内蔵して、ユニット形としたマグネスタを製作しています。

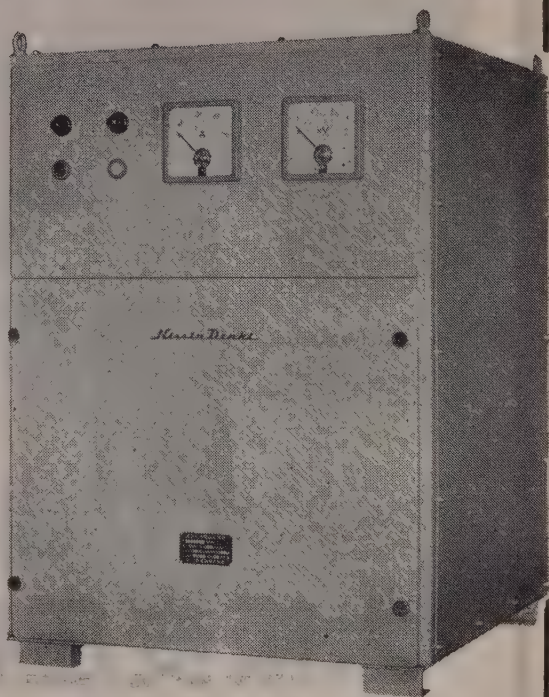
操作は配電箱に付属した押釦スイッチによって行うか、または外部設置の操作開閉器によって遠方操作も行うことができます。

特徴

1. 油を使用しないため、火災の心配がない。
2. 多頻度の動作に耐え得る。
3. 接触子の寿命が長い。
4. 点検容易かつ清潔である。
5. 小形軽量で据付、移設が容易である。

主な収納器具

高圧気中電磁開閉器 MSF-11形 3,450V 200A 25MVA
計器用変圧器 EL-O形 3,300/110V 200VA
計器用変流器 CL-W形 3,450V 5-200/5A 40VA
保護継電器など



MS-1BH形

カタログ贈呈

日新電機株式会社

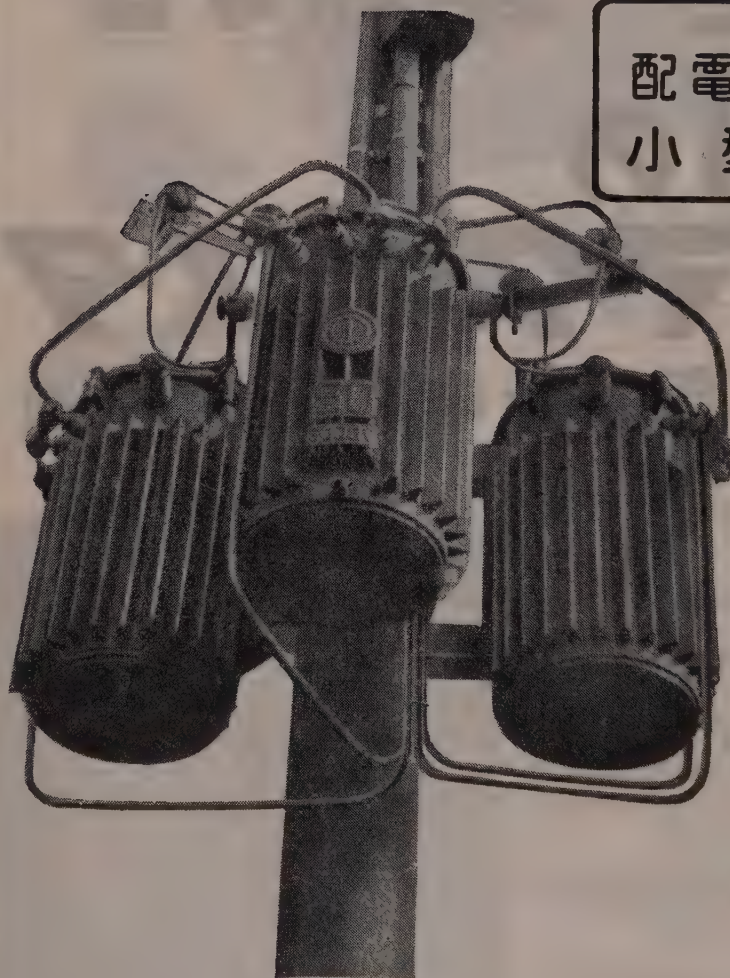
本社・工場 京都市右京区梅津高畝町20番地 電話京都(86)1131(代)
東京支社 東京都千代田区内幸町2丁目1番地 (大坂ビル1号館6階) 電話東京(591)9211(代)
大阪支社 大阪市北区堂島浜通1丁目25番地 (新大ビル7階) 電話大阪(36)7831(代)



巻鉄心型変圧器

— 特 長 —

配電口スの軽減
小型・軽量



交・直流アーク熔接機
ユニオンメルト自動熔接機
ヘリアーク・シグマ熔接機
スタッド熔接機
自動治具熔接装置

及

軟鋼・合金鋼
ステンレス・銅合金
軽金属熔接用各種ワイヤー
標準変圧器
大型変圧器
巻鉄心変圧器
ネオン変圧器
各種変圧器

大阪変圧器株式会社

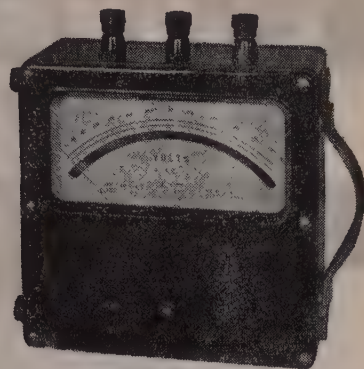
本 社
東京事務所
九州営業所

大阪市東淀川区元今里北通 3 の 14 電話(代表)大阪 ③ 3451・4951
東京都千代田区丸の内 2 の 2 (丸ビル) 電話東京 ② 821~3・4562~3
福岡市天神町 6 1 (渡辺ビル) 電話 福岡 ④ 4735~6

new instruments

品質を誇る 東洋の計器

- ☆ 品質管理用に
- ☆ 配電盤の信頼性向上に
- ☆ 機器の品位向上に
- ☆ 生産の合理化に
- ☆ 保守の簡素化に



AP-5型

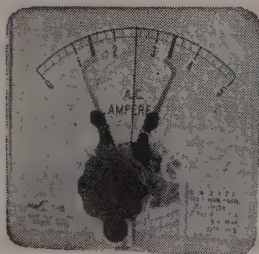


CRf-135型

(カタログ進呈)



ARK-100型



強圧式メーターリレー



VRf-110型

電気計器・工業計器・測定器・メーターリレー
電気式回転計・メガー・抵抗器・テスター



日本工業規格表示許可工場



東洋計器株式会社

本社 大阪市南区南炭屋町11 電話 (75) 3576~7・2460
東京営業所 東京都渋谷区恵比寿通り2の13 電話 白金 (441) 3643

セレン整流器

Sansha

ゲルマニウム整流器

シリコン整流器



風冷式 ゲルマニウム整流器



株式会社 三社電機製作所

本社・工場 大阪府東淀川区浅草町15 電話 5636-9

東京出張所 東京都港区芝浦3-30 電話 511-1121



(ロジット外観)

無接点式継電器

Logit

総括制御装置を飛躍させる

安川電機が開発した無接点式継電器Logitは、あらゆる産業に300プラントにのぼる実績と経験をもつ安川総括制御装置の確実性・信頼度をさらに高めました。

- ロジットは全くの静止器具で半永久的な寿命をもっている
- 動作が安全・確実である
- 精度の高い制御を行なうにかかわらず保守・管理が容易である

(文献贈呈)

Logitの主な応用納入例

- 坑内長距離集団ベルトコンベヤ総括制御装置
- 発電所用集団ベルトコンベヤ総括制御装置
- 特殊クレーン信号装置・ポンプ自動運転装置
- 高炉スキップ巻上機の自動運転装置

安川

Logit 方式

総括制御装置

株式会社

安川電機製作所

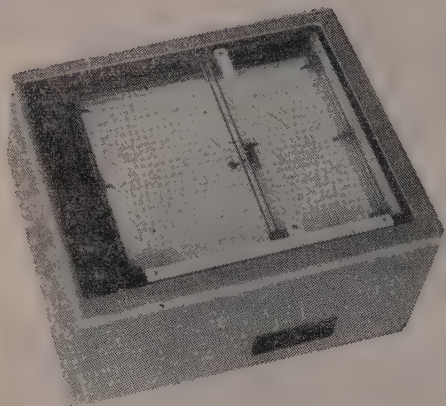
重電機営業本部 東京都千代田区大手町1の4 大手町ビル262号

営業所 東京・大阪・名古屋・札幌・福岡・高松・富山・新潟・広島・仙台

本社 八幡市
工場 八幡市・行橋市

理化電機の 高性能自動平衡記録計器

平面型 X-Y 軸記録計 (D 2 型)



X-Y, D2 型

本器は専門メーカーとしての技術と経験が生んだ X-Y 軸記録計の決定版であります。

性 能

1. 測定電圧 5 mV 又は 10 mV
2. 追従速度 X, Y 共 1 ~ 1.5 秒以下
3. 記録紙寸法 250 × 250 mm
4. 確 度 $\pm 0.3\%$
5. 動的追従速度 0.2 サイクル

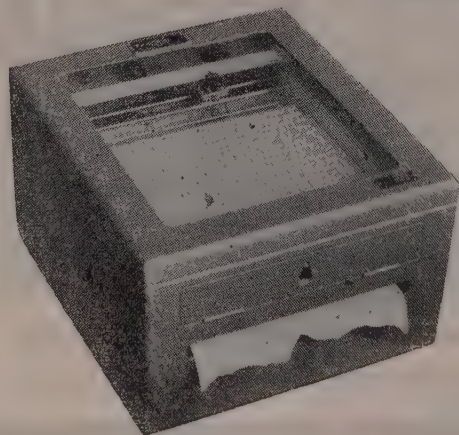
特 長

- 制動回路を有し制動特性が良好で精度良く鮮明に記録する事が出来ます。
- 操作が非常に簡便であります。

高 速 平 衡 記 録 計 (ER-G 1) (ER-G 2)

机上用平面型

(電子管式自動平衡型)



ER-G

性 能

1. 測定電圧 10 mV フルスケール
2. 追従速度 (ER-G 1 0.7 秒)
(ER-G 2 0.3 秒)
3. 記録紙寸法 250 mm
4. 確 度 $\pm 0.3\%$
5. 記録紙送り速度
2, 4, 8, 16, 48 cm 毎分,
時の 10 段の切換が可能

取扱が簡便であり特に研究用の記録計として好適です。

営 業 品 目

X-Y 軸記録計 フラム型、平面型
直流磁化特性付動記録装置
二重電子高速平衡記録計
極座標記録計
曲線自動追従装置

株式会社 理化電機研究所

東京都目黒区中目黒 3-1119

TEL 712 3549

科学技術文献速報

電気工学編

A4判
半月刊
毎号平均論文収録数 600件
年間予約定価 7,000円
年間索引誌付

特 長

- 1) 世界中の重要な論文は漏れなく収録されています
- 2) 論文の原文は複写によって早くご覧になれます
- 3) 経費と時間とが大幅に節約できます

化学・化学工業編
工学一般・機械工学編
金属工学・鉱山工学・地球の科学編
土木・建築工学編
物理・応用物理編

情報は氾濫する!!

ダムから

はりめぐらした用水路で

恵みの水をおくる

科学技術文献速報

各編をご利用下さい。

推せんのことば

電気学会会長

後 藤 以 紀

近年の科学技術は、飛躍的發展を遂げており、この道での研究は、古い研究態度や方法を固守しては、その進歩に遅く及ばないでしょう。

この時、各界関係者の要望により設立された情報センター出版の科学技術文献速報は、世界の専門的な研究や記録等の広範な資料を速かに提供し、もって革新的な研究態度を醸成し、研究の開発に大きく貢献しうる資料として、確信をもって会員各位に推薦します。

特殊法人 日本科学技術情報センター

翻訳協力者募集中

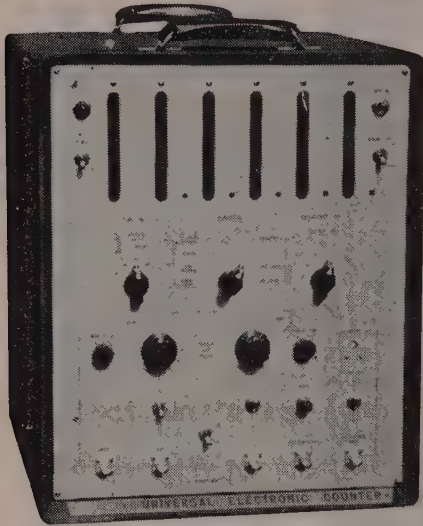
英文和訳を除く外国語

呈 内 容 見 本

東京都千代田区一番町15番地 5
電話 (331) 5135 ~ 9 (代表)
(301) 1339 (業務課直通)

- TR - 110

Universal Electronic Counter



- TR - 110

周波数、時間の精密測定には

ユニバーサル・カウンタが最適です。

永らく御電話で御迷惑をおかけしましたが、5月26日より、下記の通り変更いたしましたからお知らせいたします。

タケダ"理研"

工業株式会社

東京都練馬区旭町2-5-5

TEL (933) 0586-2633

- TR - 110 仕様

周波数範囲: 0.00001cps ~ 2.5Mc
 時間範囲: $3\mu\text{sec}$ ~ 100,000sec (27.8h)
 精度: $(\pm 1 \text{ カウント} / \text{計数された総数}) \pm \text{安定度}$
 安定度: $1 \times 10^{-6}/\text{h}$, $2 \times 10^{-6}/\text{week}$
 ゲート時間: 0.001, 0.01, 0.1, 1, 10sec, 及び手動、未知周波数の1周期又は10周期。
 時間単位: $1\mu\text{sec}$, 0.01, 1 msec, 0.1sec, 及び外部。
 電力: $100\text{v} \pm 10\%$, 50/60cps, 約 320W.
 形状: 520 (h) \times 390 (w) \times 550 (D), 約35kg.

性能

周波数測定

10cps ~ 2.5Mcの周波数が精密に直読で測定できます。

周期測定

非常にゆっくりな周波数の1周期又は10周期でゲートを開閉させ、その間の時間を測定することができます。

時間々隔測定

スタート、ストップ・チャンネル共、進行波形にたいして-300Vか+300Vの間の任意のトリガー電圧レベルと、その電圧レベルにおけるトリガー波形の傾斜を正進行又は負進行にえらぶことができます。それによって一義的に波形上の任意の2点が決り、その2点間の時間が $3\mu\text{s}$ から 10^5s まで測定できます。

周波数比・時間比測定

低い方の周波数の1周期又は10周期でゲートを開閉させ、その間高い方の周波数を計数させることができます。計数値は低い方の周波数を1又は10とした周波数比・時間比をあらわします。

- TR - 124B

Universal Electronic Counter Digital Pet



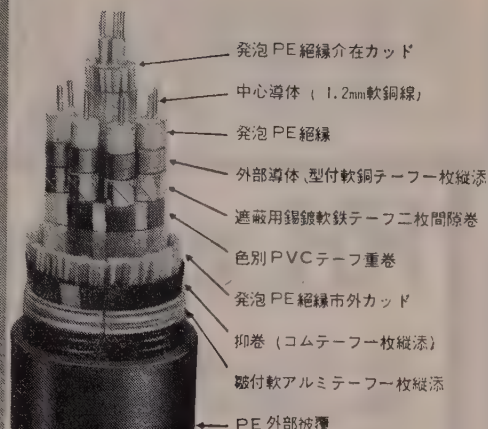
現場におけるオーディオ領域の周波数、16,000 rpmまでの回転数等の測定が手軽に行なえる超小型カウンタで、現場における持ち運びや操作を考慮して、特にけんろうにつくられています。

住友電工の

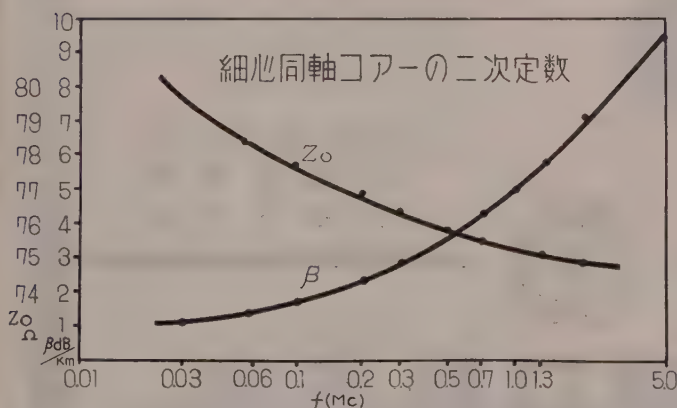
細心同軸 アルペスケーブル

特 性

1. 絶縁抵抗：10,000 M Ω /km以上
2. 絶縁耐圧：A.C. 2,000 V
3. 減衰量：60 dB/km
(1.3 Mcにおいて)
4. 特性インピーダンス：75 \pm 1.5 Ω
(1.3 Mcにおいて)
5. パルス反射：50 dB 以上
(パルス幅 0.05 μ s)
6. 漏話減衰量：120 dB/250 m 以上
(60 kc において)
7. 屈曲特性：きわめて良好
8. 取扱いの難易：ケーブルが軽量の上、可撓性に富み、かつ屈曲特性良好のため、非常に容易



0.65 mm 60 対 8 心細心同軸
複合アルペスカケーブル



高度の伝送特性を具備していますので

1. 中短距離搬送ケーブルに
2. テレビ中継回線に
3. 電力線搬送等の引込線等に
適しております。

住友電氣工業株式會社

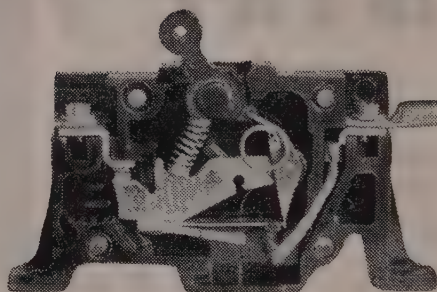
本社 大阪市此花区恩貴島南之町六〇
支社 東京都港区芝琴平町一
支店 名古屋・福岡

漏電と酷使による災害の防止に ノーヒューズブレーカーを

HH 型 サーマルマグネチック ブレーカー

優れた設計と厳選された材料により
動作の正確と永久の使用に耐えられ
ます。

単 極
125 V
短絡電流 5,000 A



HN 型 サーマルマグネチック ブレーカー



二 極
同時トリップ
125/250 V
短絡電流 5,000 A

ノーヒューズブレーカー
ユニットスイッチ
セーフチースイッチ

高低圧配電盤
自動制御盤
各種分電盤



株式会社 樋口製作所

東京都品川区平塚 2-614 電話荏原 (781) 4219・4229・8591



大容量 250A type 完成 インターナショナル シリコン整流体

70U型



70U 型

- 尖頭逆耐電圧 50～500 V
- 整流電流 250 A (強制風冷)
- 完全密封 ハーメチックシール
- 高温動作 ベースで 190℃

定 格

型 式	定格尖頭 逆耐電圧	最大交流 入力電圧	推奨交流 入力電圧
70 U 5	50	35	12
70 U 10	100	70	25
70 U 15	150	105	36
70 U 20	200	140	50
70 U 25	250	175	62
70 U 30	300	210	75
70 U 35	350	245	83
70 U 40	400	280	95
70 U 50	500	350	118

既 発 売 シ リ コ ン 整 流 体

弊社は国内唯一のシリコン整流体専門メーカーとして下記のような各種シリコン整流体を量産発売いたしており、引続き新製品の開発に全力を挙げております。あらゆる整流装置にインターナショナルのシリコン整流体をお奨めいたします。

型 式	尖 頭 逆 耐 電 圧		出 力 電 流 (半 波)	カタログ番号
4 5 L 型	50～	800 V	45 A (自冷) 150 A (風冷)	S-802 B
2 5 H 型	50～	600	25 A (自冷) 45 A (風冷)	S-803 B
6 A 型	50～	600	6 A (自冷) 20 A (風冷)	S-813
S 型	100～	600	300 mA	S-805 B
E 型		400	3 E 4 (300 mA) 2 E 4 (200 mA)	S-816
T 型	100～	600	800 mA	S-806 B
K 型	600～	1,200	100 mA	S-808 A
スタック型	200	500	1.25 A	S-810 B
カートリッジ型	1,500～	16,000	45 mA ～ 80 mA	S-809 B

日本インターナショナル整流器株式会社

東京営業所 東京都千代田区有楽町 1 の 14 番地 (有楽ビル) TEL (591) 7057～8
 大阪出張所 大阪市東区北久太郎町 3 の 16 番地 TEL (25) 1731～8
 本社・工場 神奈川県秦野市曾屋 1204 番地 TEL 秦野 848 番

巻鉄心単相変圧器

ポールトランス製作40年の成果！

小型軽量化 床面積は75% 総重量は85%に減少し 従来柱上取付は50 kV

A迄が限度であったのが 100 kV A迄が可能となり配電負荷の増加に対応できるようになりました。

無負荷特性向上 方向性冷延硅素鋼板の使用により無負荷電流は約20% 無負荷

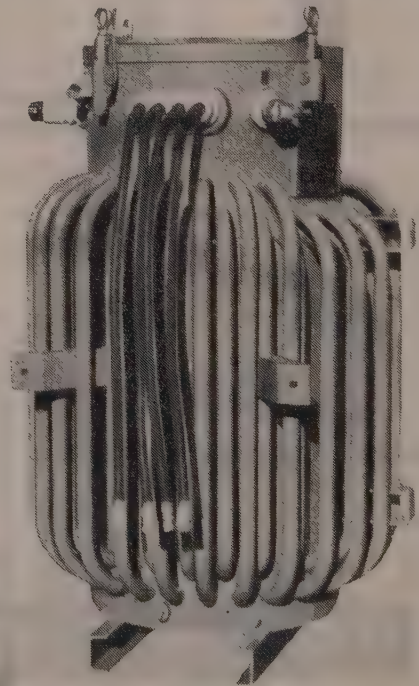
損失は約60%に減少しました。

過負荷警報装置付 巻線の温度が限界値に達すると自動的に外函に取付けた赤ラン

プが点灯し手動復帰させるまで警報を続けます。

株式会社 高岳製作所 本社 東京都千代田区大手町2ノ4（新大手町ビル）
電話 東京 （211）代表1671

Takaoka



ANDO 測定器

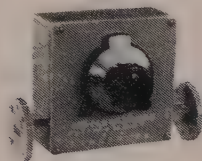


安藤の立体回路測定器



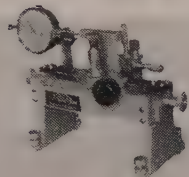
TMR-12 型

サーミスタ・マウント



VATR-24 型

可変抵抗減衰器



SWR-34 A 型

定在波測定器



PUR-34 型

可圧導波管

12 GC 帯測定器

型 名	品 名	仕 様
CWC-12 D	直読型空洞周波数計	周波数範囲: 10,000~11,600 Mc, 励振状態: H_{012} , 負荷 Q : 8,000 以上, 精度: 1×10^{-4}
VATR-12 D	直読型可変抵抗減衰器	周波数範囲: 10,000~12,400 Mc, 減衰量: 0.3~40 dB, VSWR: 1.05 以下, 精度: 0.2 dB
TMR -12	サーミスタ・マウント	周波数範囲: 10,000~12,400 Mc, VSWR: 1.1 以下, 最大許容電力: 20 mW, 整合素子: 3ヶ所
FCR -12	周波数結合器	周波数範囲: 10,000~12,400 Mc, 出力接栓: S-J, プローブ挿入長: 0~5 mm, 導波管長: 100 mm

24 GC 帯測定器

型 名	品 名	仕 様
SWR -24	定在波測定器	周波数範囲: 22,000~25,000 Mc, 残留VSWR: 1.015以下 ストローク: 30 mm, 検波方式: 導波管同調
CWR -24	空洞周波数計	周波数範囲: 21,000~26,000 Mc 励振状態, 精度: 1×10^{-3} , クリスタル・マウント外付
DCR -24	方向性結合器	周波数範囲: 22,000~25,000 Mc, 結合度: 20 dB 方向性: 15 dB 以上, 方式: 直交型
VATR-24	可変抵抗減衰器	周波数範囲: 21,000~26,000 Mc, 減衰量: 0.1~20 dB, VSWR: 1.2 以下, 方式: フラップ型

34 GC 帯測定器

型 名	品 名	仕 様
KDR-34 A	クリスタル・マウント	周波数範囲: 31,000~37,000 Mc, 直流出力端子: BNC 型 使用クリスタル: 1N 26, 整合素子: EH 整合器付き
ITR-34	スライドスクリュー 整合器	周波数範囲: 31,000~37,000 Mc, VSWR: 1.02~20, ストローク: 20 mm, スタブ読取目盛: 0.05 mm
EHR-34	E H 整合器	周波数範囲: 31,000~37,000 Mc, VSWR: 1.02~20, プランジャ読取精度: 0.01 mm
PUR-34	可圧用導波管	周波数範囲: 31,000~37,000 Mc, VSWR: 1.04 以下, 耐圧力: 5 気圧

広 告 目 次

- | | |
|---|---------------------------|
| 12 月号 高压用 $\tan \delta$ 測定器 (TR-3 型) 障害点探知器 | 3 月号 コロナ雑音測定装置 (CNT-1 型) |
| 1 月号 位相計一式 | 4 月号 ノベルスコープ (BP-1305 型他) |
| 2 月号 BH トレーサー (BH-4 A 型) | 5 月号 絶縁材料測定器一式 |

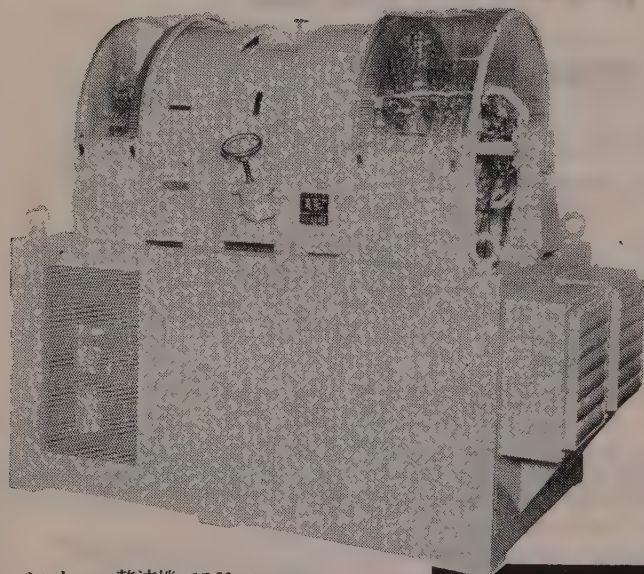
安藤電気株式会社

東京都大田区仲蒲田 3 - 4

Tel (731) 1161 (代)

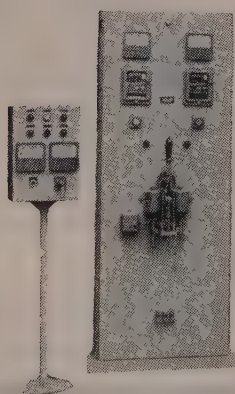
整流機 シリコン ウム ニ アル ロ

良心的な技術と
豊富な経験と

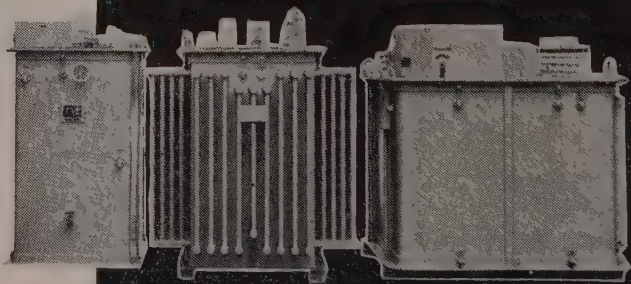


ベルトーロ整流機 15 V—5,000 A 75 kW

各種制御盤



配電盤・自動制御機器



シリコン整流器 15 V—10,000 A 150 kW

叩

株式会社 中央製作所

型録贈呈
誌名御記入

本社工場 名古屋市瑞穂区内浜町2丁目75番地 TEL 代表 (81) 3166
出張所 東京都港区芝浜松町4丁目2番地 TEL (431) 2177・6257

電子工業を推進する高感度真空管電圧計

PM-15型 高感度交流真空管電圧計

交流専用の高感度、高安定度の真空管電圧計で、微小交流電圧の測定に最適のものであります。

測定電圧 1mV~300V,
-58dB~+52dB,
フルスケールの12レンジ

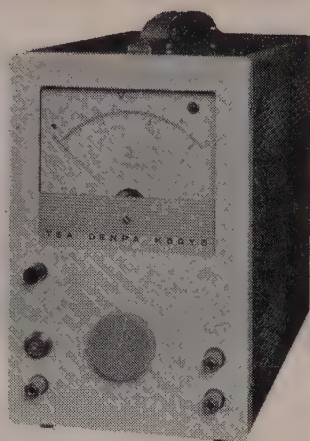
精度 $\pm 2\%$ (20%~1Mc)
 $\pm 5\%$ (10%~4Mc)

周波数特性 10%~4Mc (5%以内)

入力インピーダンス

約10M Ω に15pF並列(プローブ)

約10M Ω に25pF並列(本体)



PM-18型 高感度直流電圧電流計

直流専用の高感度、広範囲の微小電圧電流計であって、従来測定困難な微小電圧、電流を安定正確に測定できます。半導体、放射線、その他の関係に広い応用範囲があります。

測定範囲

電圧 $\pm 30\mu\text{V}$ ~100V 14レンジ

電流 $\pm 3\mu\text{A}$ ~100 μA 16レンジ

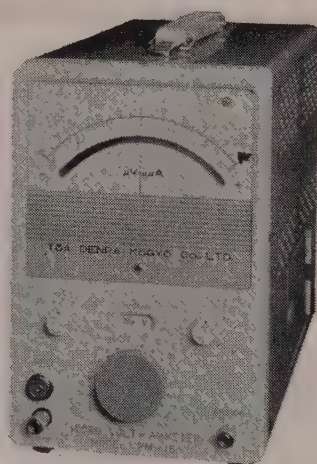
入力抵抗 10M Ω

精度 $\pm 3\%$ (但し $3\mu\text{A}$ レンジは $\pm 5\%$)

出力 7k Ω にて $\pm 1\text{mA}$

ドリフト $\pm 3\mu\text{V}/\text{H}$

雑音 $3\mu\text{VP-P}$



新製品

東亜電波
の計測器

東亜電波工業株式会社

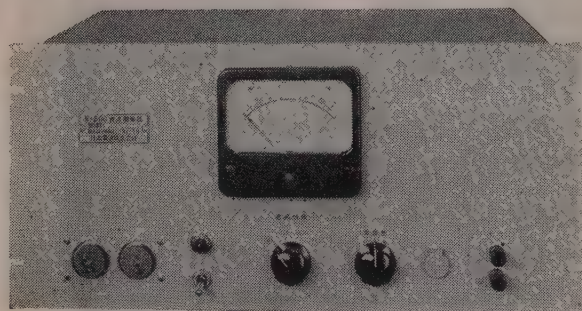
本社 東京都新宿区諏訪町2-3-5 (代) (369) 0101
出張所 大阪市東区淡路町3の6船場ビル (23) 6547
サービス 福岡市東区東町88-2日興電気商会内 (4) 4910
ステーション 名古屋市中区朝日町2の5朝日エレクトロン内 (9) 5232

カタログ贈呈

N-500 直流増幅器

特 徴

1. 高感度で最小 $\pm 0.1 \mu\text{V}$ より測定出来る。
2. 増幅度が最大 140 dB で非常に大である。
3. 雑音が $\pm 0.05 \mu\text{V}$ 以下で稀少である。



特 徴

1. 測定周波数が 2 kc~15 Mc で非常に広帯域である。
2. 周波数特性が 100 Mc 迄 -0.5 dB 以内、150 Mc 迄 -1.5 dB 以内で特性がよい。
3. 増幅度 40 dB で利得が高い。

規 格

周波数範囲	2 kc~150 Mc
利 得	40 dB
最大出力	10 V 100 Ω 負荷に対し
周波数特性	高域 100 Mc -0.5 dB 以内 150 Mc -1.5 dB 以内 低域 10 kc -0.5 dB 以内 2 kc -3.0 dB 以内
ただし 100 Ω 電源より 0.1 μF で結合	
雑音指数	10 dB 以下
遅延時間	約 0.014 μs 以下
立上り時間	約 0.005 μs 以下オーバーシュート ほとんどなし
入出力インピーダンス	各 100 Ω
電 源	AC 100 V 50/60 c/s
寸法・重量	600×410×380 mm 約 52 kg

規 格

利 得	140 dB, 120 dB, 100 dB, 80 dB 4 レンジ
出力電圧	最大 $\pm 10 \text{ V}$ 10 k Ω 負荷にて
入力電圧	最小 $\pm 0.1 \mu\text{V}$ 最大 $\pm 1 \text{ mV}$
入力指示計	最大指示 1 μV , 10 μV , 100 μV , 1 mV 4 レンジ
周波数応動	DC~2 %
確 度	定格値の $\pm 2 \%$
零点安定度	$\pm 0.05 \mu\text{V/H}$ 以下
雑 音	$\pm 0.05 \mu\text{V}$ 以下
入力抵抗	約 20 Ω
電 源	AC 100 V 50/60 c/s 約 60 VA
寸法・重量	482×222×272 mm 約 15 kg

N-511 広帯域分布増幅器



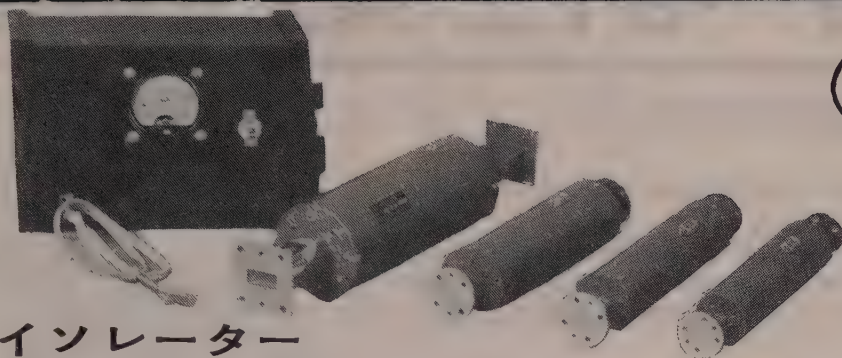
日本電波株式会社

東京都品川区東中延 4-1402

カタログ呈

TEL (781) 7181 (代) 7155 (代)

アイソレーター及び回転型抵抗減衰器



アイソレーター

特長 このアイソレーターは
周波数に応じて励磁電流を調整し最大の逆方向損失が得られる

型 名	周 波 数 (G c/s)	導 波 管	挿 入 損 失 (db)		逆方向損失 (db)		V. S. W. R	寸 法
			中 心	帯 域	中 心	帯 域		
TFR-10	8.6 ~ 9.6	WR J-10 BR J-10	0.7 以下	1.0 以下	35以上	20以上	<1.25以下	300
TFR-24	22.5 ~ 24.5	WR J-24 BR J-24	0.8 〃	1.0 〃	35 〃	18 〃	<1.25 〃	150
TFR-34	34.5 ~ 36.8	WR J-34 BR J-34	0.8 〃	1.2 〃	30 〃	12 〃	<1.4 〃	150
TFR-50	44.0 ~ 50.0	WR J-50 BR J-50	1.0 〃	1.5 〃	30 〃	12 〃	<1.5 〃	130

回転型抵抗減衰器

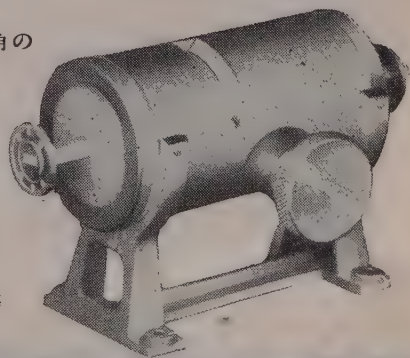
型 名	周 波 数 (G c/s)	導 波 管	減 衰 量 (db)	挿入損失 (db)	V. S. W. R	寸 法	較 正 点
TPCA-24	22 ~ 25	WR J-24	0 ~ 40	0.5 以下	<1.2 以下	200	中心及び両端3点
TPCA-34	33 ~ 37	WR J-34	0 ~ 40	0.8 以下	<1.25以下	150	〃
TPCA-50	42 ~ 52	WR J-50	0 ~ 40	1.2 以下	<1.3 以下	125	〃

特長 この回転型抵抗減衰器は

- (1) 周波数によって減衰量が変化せず、回転角のみに関係し、理論値とよく一致する
- (2) 減衰量を変える際の位相変化がない

主要製造品目

各種電波分光装置 ● マイクロ波管 ● 電磁石等
の高安定電源 ● その他精密電子応用機器



東京電気精機株式会社

本社 東京都十代田区神田仲町2の11
Tel 251 9186 代 8 4414
工場 文京工場・立川工場

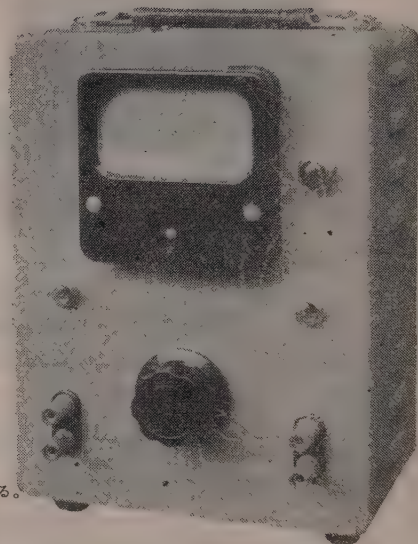
広帯域 高感度の増巾型真空管電圧計

MV-15 高感度真空管電圧計

特長・用途

1. 高感度で1目盛 20 μ V まで測れるから搬送回路等の動作状態に近い小入力で各種の測定ができる。
2. 高入力インピーダンス (10 M Ω) で被測定回路の状態を乱さない。
3. 5 c/s の超低周波まで特性が変らぬから高忠実度増幅器の試験ができる。
4. 本器はまた負帰還を充分にかけた高安定度・高感度の増幅器としても利用できる。

規 格	1 測定電圧範囲	100 μ V ~ 300 V 12 レンジ, フルスケール 1 mV, 3 mV, 10 mV, 30 mV, 100 mV, 300 mV, 1 V, 3 V, 10 V, 30 V, 100 V, 300 V
	2 周波数範囲	5 c/s ~ 700 kc
	3 測定精度	100 c/s ~ 50 kc の範囲 フルスケールの $\pm 3\%$ その他の範囲 " $\pm 10\%$
	4 指示計目盛	電圧目盛 0 ~ 10 および 0 ~ 3, デシベル目盛 -12 ~ +2 dB 600 Ω /mV, 基準 (1 dB は 0.775 V) 正弦波に対する実効値で目盛っている。
	5 入力インピーダンス	1 mV ~ 300 mV レンジ 10 M Ω 並列に 27 pF, 1 V ~ 300 V レンジ 10 M Ω 並列に 14 pF
	6 出力	端子開放出力電圧 指示計フルスケール時約 0.45 V, 端子開放電圧利得 1 mV レンジで 53 dB 内部 インピーダンスは中間の周波数で 50 Ω 以下
	7 電源	100 V, 50 ~ 60 c/s, 約 13 VA 8 寸 法 ・ 重 量 195 \times 280 \times 170 mm, 約 4.5 kg



MV-16 広帯域真空管電圧計

特長・用途

1. 30 Mc まで特性が平坦でしかも高感度であるから、無線周波の各種の測定、殊に電圧レベルの小さいトランジスタの高周波特性の測定に好適。
2. 高入力インピーダンス (10 M Ω) で被測定回路を乱さない。
3. 安定度の高い増幅器としても使用でき、無線周波のレベル計や無線周波ブリッジの零点検出に利用できる。

規 格	1 測定電圧範囲	100 μ V ~ 600 mV 6 レンジ, フルスケール 1 mV, 3 mV, 10 mV, 30 mV, 100 mV, 300 mV
	2 周波数範囲	1 kc ~ 30 Mc
	3 電圧測定精度	10 kc ~ 10 Mc の範囲 フルスケール $\pm 5\%$ その他の範囲 " $\pm 10\%$
	4 安定度	電源電圧 $\pm 10\%$ の変動に対し ± 0.5 dB 以内 但し 10 Mc まで
	5 指示計目盛	電圧目盛 0 ~ 1.0 および 0 ~ 3.0 デシベル目盛 -12 ~ +2 dB 正弦波に対する実効値目盛
	6 入力インピーダンス	10 M Ω 並列容量 10 pF
	7 出力回路	端子開放電圧 約 0.2 V (指示最大にて) 端子開放利得 46 dB 以上, 出力インピーダンス 75 Ω
	8 電源	100 V, 50 ~ 60 c/s, 110 VA
	9 寸 法 ・ 重 量	200 \times 270 \times 350 mm, 7.5 kg

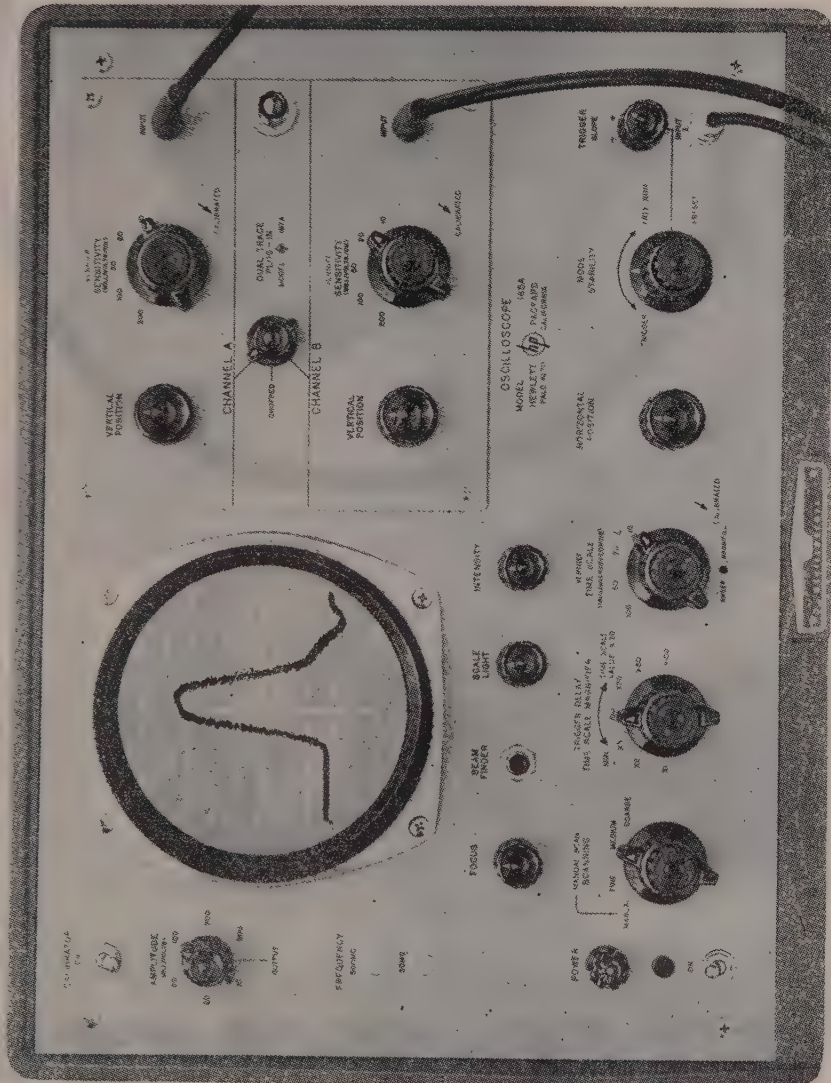


目黒電波測器株式会社

(国電エビス駅
より東急バス
五本木下車)

東京都目黒区上目黒五丁目二六五八番地 電話 目黒 (712) 1166 (代) ~ 9・1160

NEW **hp** PRINCIPLE 500 MC SAMPLING OSCILLOSCOPE



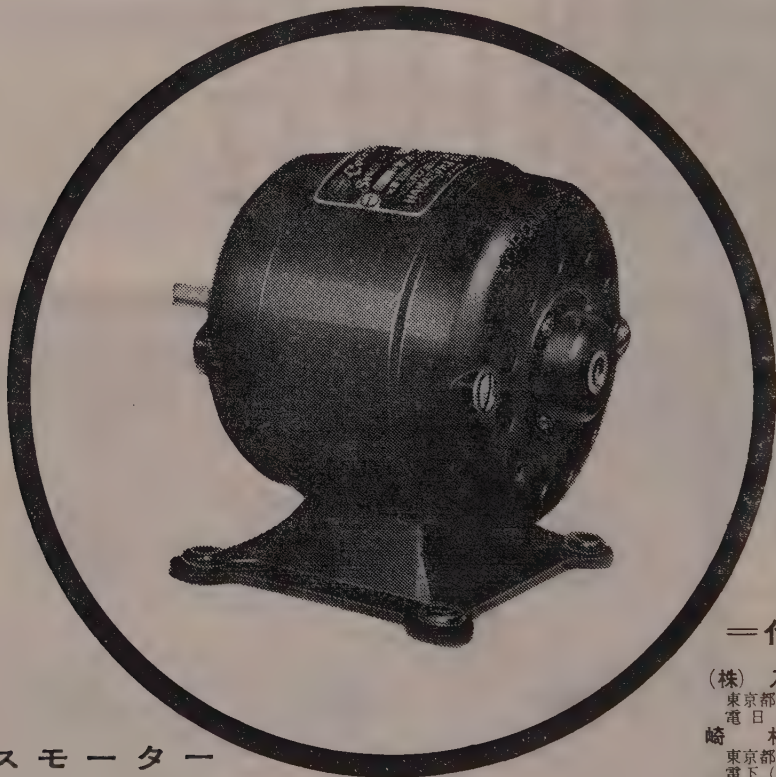
- Analyze millimicrosecond pulses
- Measure transistor response time
- Make fractional millimicrosecond time comparisons
- Measure diode switching time
- Determine pulse jitter
- Make permanent X-Y plots
- Measure memory-unit switching
- Measure uhf voltage amplitude

日本總代理店
関商事株式会社
東京都千代田区神田東福田町1
電話：東京（866）代表3136番

HEWLETT · PACKARD COMPANY
Palo Alto, California, U.S.A.

古き伝統と新しい技術

コロナモーター



シーリスマーター
シンクロナスモーター
キャパシターモーター

は特に量産しております。

その他 小型モーターと発電機 については
御相談下さい。必ず御期待にそいます。



(旧社名 花塚電機産業株式会社)

コロナモーター株式会社

東京都目黒区東町52番地 電話 目黒(712)代表3146-9

＝代理店＝

(株) 入江製作所
東京都中央区日本橋本町4の7
電日(241)代表5281
崎村商店
東京都千代田区神田五軒町42
電下(881)9953、4346
吉沢精機工業株式会社
東京都文京区湯島新花町35
電小(921)1042、7088
営業所 長野市横町20
電話 長野 4601
新潟市下大川前石油企業会館内
電話 新潟(3)0603
ユタカ電業株式会社
東京都港区芝新橋5の22
電芝(431)1578、1718、4652、8388
日本電化工業社
京都市下京区河原町通り四条下ル(日生ビル)
電下(5)2587、9247
沢電気機械株式会社
大阪府西区土佐堀通り2の8
電大(44)3715(代表)～9
(株) 西山製作所
大阪市東区瓦町2の15
電北(23)5755、229、448
(有) 入江製作所
名古屋市中区大池町1の48
電中(24)1621、6389
岩谷産業株式会社
大阪市東区本町3
電話(26)3251～5、8251～5
営業所 東京・名古屋

DC~60MC

これが60年型の
シンクロスコープです

岩崎のシンクロスコープ

国内最大のシンクロスコープ専門メーカーの岩崎通信機は、いよいよDC~60MCの広帯域型シンクロスコープSS-5601の販売を開始しました。

SS-5601

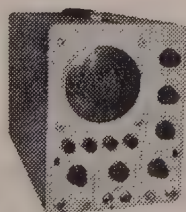
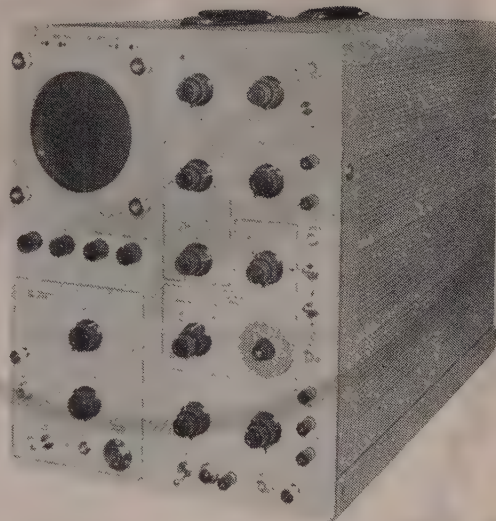
SS-5601の性能	
ブラウン管	5 BHP 2
感 度	0.05V/cm~0.2V/cm
周波数特性	DC~60MC-3db
掃 引 速 度	拡大器を含め 0.02μsec/cm~12sec/cm
較 正 電 圧	0.15mv~50V
寸 法	350W×450H×720L

又、新製品として、5吋ブラウン管を使用した、DC~5MCのSS-5051
DC~2MCのSS-5021
も加わりました。

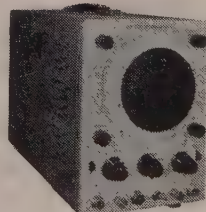
このほか、次の種類のシンクロスコープがあります。

DC~4MC	SS~3041	ミゼット タイプ
DC~5MC	SS~5052	ポータブルテレビ用
DC~10MC	SS~5102	プラグインシステム
DC~15MC	SS~5151	スタンダード
"	SS~5152	スタンダードテレビ用
"	SS~5154	南方向
"	DS~5155	2ビーム プラグイン
DC~30MC	SS~5302	プラグイン システム
DC~1MC	MS~5012	メモリープラグインタイプ

エレクトロニクスの凡ゆる分野で活躍している岩崎のシンクロスコープを御用命下さい。



SS-5051
DC~5MC



SS-5021
DC~2MC



岩崎通信機株式会社

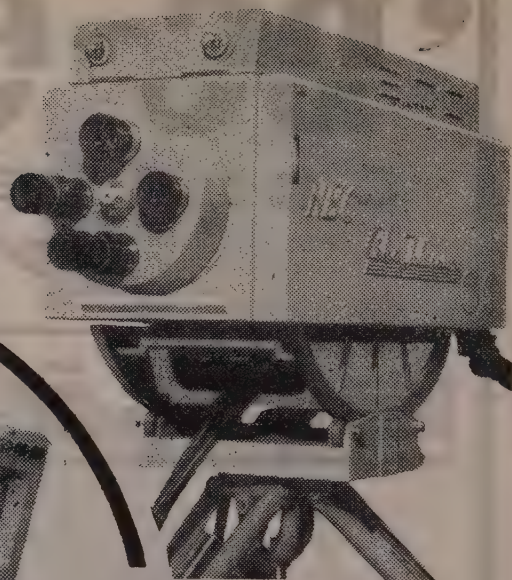
カタログ等お問合せは営業所又は出張所にお願ひします。

東京営業所 東京都中央区日本橋通り1の6 浅野不動産ビル
電話 (271) 0461~8・0471~7
大阪営業所 大阪市東区淡路町5の2 長谷川ビル
電話 (23) 16116(代表)
本社及工場 東京都杉並区久我山2丁目710 電(391)2231(代表)
出張所 札幌・仙台・金沢・名古屋・広島・福岡・熊本

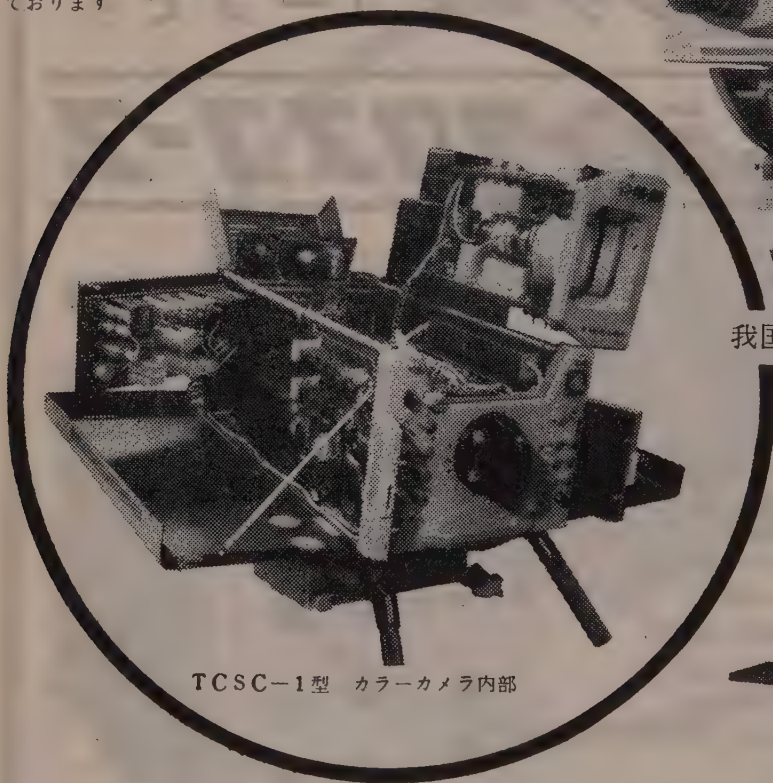


日本電気

本装置は、スタジオ或いは野外用に適するものとしてNECが新たに開発した 高性能 世界最小のカラーカメラ装置で 次の様な特徴を有しております

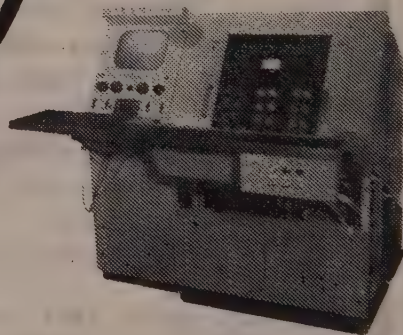


我国最少のカラーカメラヘッド



TCSC-1型 カラーカメラ内部

NECカラーカメラ調整卓



1. 小型・軽量

カメラヘッドの寸法は

450 (高さ)×460(巾)×810 (奥行) mmでその容積はRCA製の約50% GE製の約70% であります

2. ゴースト皆無

三色分解系にプリズム型ダイクロイックミラーを使用することによりゴーストを除去し且つ光学系も小型化されております

3. 色温度変換フィルター及び

NDフィルター装着可能

光源の色温度及び光量の多少に拘らず 一定した色調の画像を得ることが出来ます

4. 電源非同期運転可能

50%, 60% 何れの電源でも使用可能であります

NEC

(TCSC-1型)イメージ
オルシコンカメラ装置

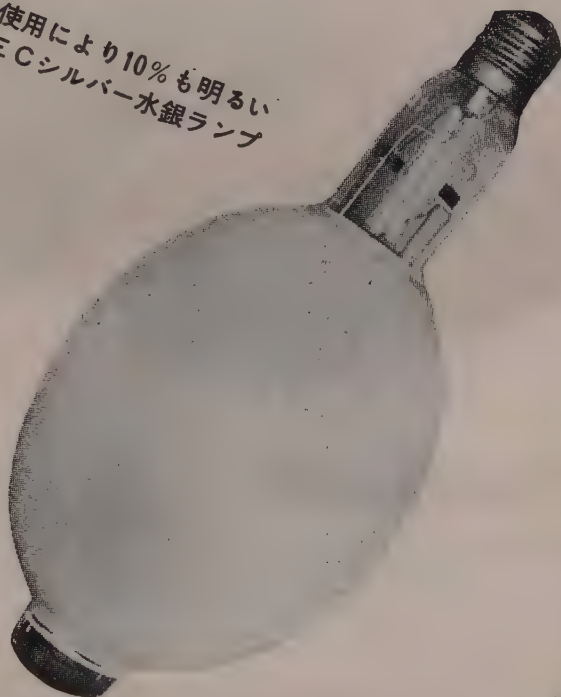
生産の合理化により大巾の値下げに成功しました。

60,000ルーメンの強力照明！

NECは高能率・長寿命・均質・堅牢なNEC水銀ランプを製造しておりますが、更に優秀な色補正や特殊色を与えることに成功しております。産業・交通・公共・保安その他の施設にNEC水銀ランプをご使用になって、はじめて能率的・経済的な経営が行えると自信をもっております。NEC水銀ランプには透明水銀ランプ・蛍光水銀ランプ・シルバー水銀ランプ・ゴールド水銀ランプ・レフレクター水銀ランプその他各種照明器具があり用途に応じて有効な照明効果をあげることができます。



特殊蛍光体の使用により10%も明るい
NECシルバー水銀ランプ

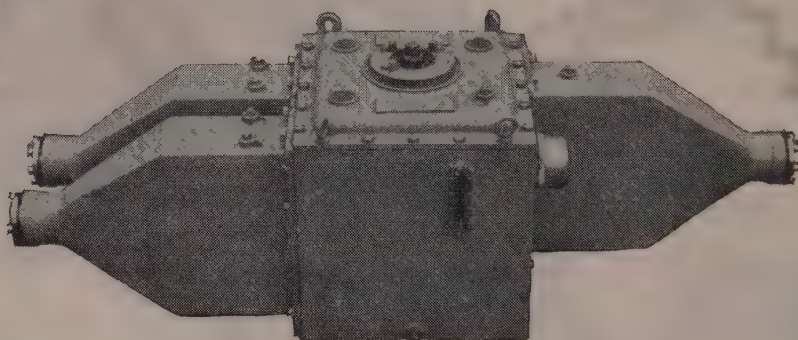


新日本電氣株式會社

本社 大阪市北区梅田2第一生命ビル 電話(36) 3271(代表)
支社 東京都港区芝西応寺町55番地日電別館ビル 電話(451) 9671(代表)

昭和の高電圧電力ケーブル用 断路器付分岐接続箱

当社のY分岐接続箱は、従来の接続箱に比べ経済性と電氣的・機械的性能がすぐれた信頼度の高い接続箱として好評を得ておりますが、断路器付接続箱は、この特長を生かし、需要家の希望によって送電を断続できるように、油中において切換可能な開閉器を設けたものであります。



断路器付分岐接続箱の主要特長

1. 開閉器の操作を外部からハンドルによって行なうことができる。
2. 送電していないケーブルの接地を外部からハンドル操作によって行なうことができる。
3. 接地を施した状態では開閉器の投入ができず、送電中のケーブルには接地用ハンドルが操作できない。
4. 将来予想される回路を未使用状態で設置し、使用回路のみ送電することができる。
5. 故障時における故障位置の測定を簡単に行なうことができ、しかも故障回路だけを切離して送電することができる。

昭和電線電纜株式會社

本 社 並 工 場	川 崎 市 東 渡 田 3 - 1 - 1
東 京 販 売 店	丸 の 内 (東 京 海 上 ビ ル 新 館)
販 売 店	大 阪 ・ 名 古 屋 ・ 福 岡 ・ 仙 台 ・ 札 幌

Fujikura

技術革新時代の新しい電線
として藤倉がおくる

テフロン絶縁電線



藤倉電線では電子、電力機器内の配線用として最適なテフロン絶縁電線（4 弗化エチレン電線）を製造しております。

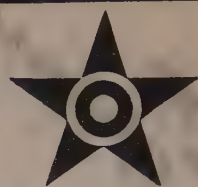
特 長

1. 250℃の高温で連続使用できる。
2. -90℃の低温でも安心して使える。
3. 40 kV/mmの耐電圧値は 250℃の高温でもほとんど変わらない。
4. 250℃の高温でも 1,000 MΩ/kmの絶縁抵抗値を持つ。
5. あらゆる酸、アルカリに影響されない。
6. すべての溶剤にその沸点まで安定である。
7. 耐摩耗性はビニルと同程度である。
8. 色別はビニルのように鮮明にできる。



藤倉電線株式會社

本 社 東京都江東区深川平久町1の4 電話 (641)1111・1131・4156
工 場 東 京 ・ 沼 津 ・ 小 坂
販 売 店 大阪・福岡 出張所 名古屋・仙台 駐在員 札幌



アルミシースケーブル

特 長

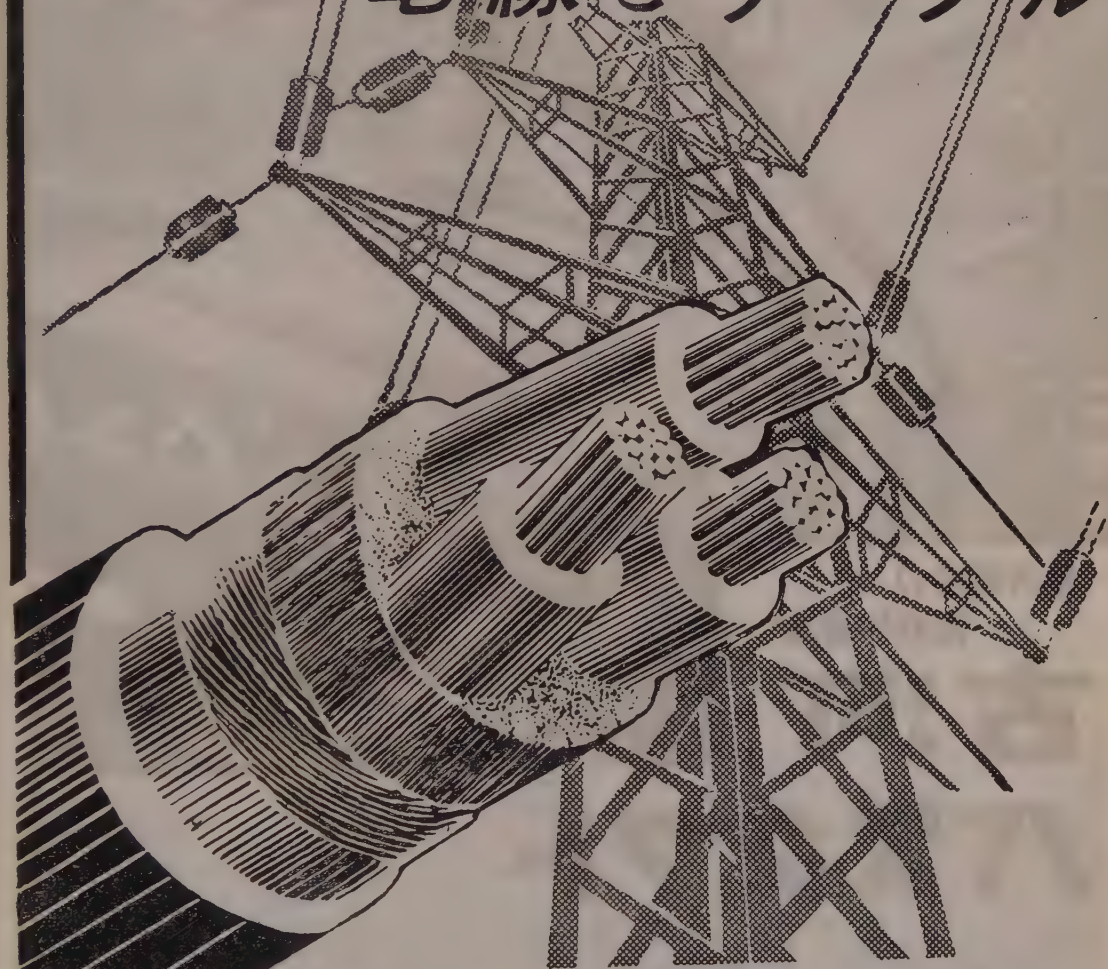
1. アルミシースは、鉛被に比し軽量であります。
2. アルミシースは、機械的強度にすぐれています。
3. 導電性がよい。
4. アルミシースは、耐振動性にすぐれています。
5. アルミシースは、融点、再結晶温度が高く、熱安定性が大であります。

大日電線株式会社

大 阪 市 北 区 梅 田 七 (梅 田 ビ ル)
東 京 支 店 ・ 千 代 田 区 丸 の 内 一 の 六 (海 上 ビ ル 新 館)
工 場 ・ 尼 崎 市 ・ 有 田 市 (和 歌 山)

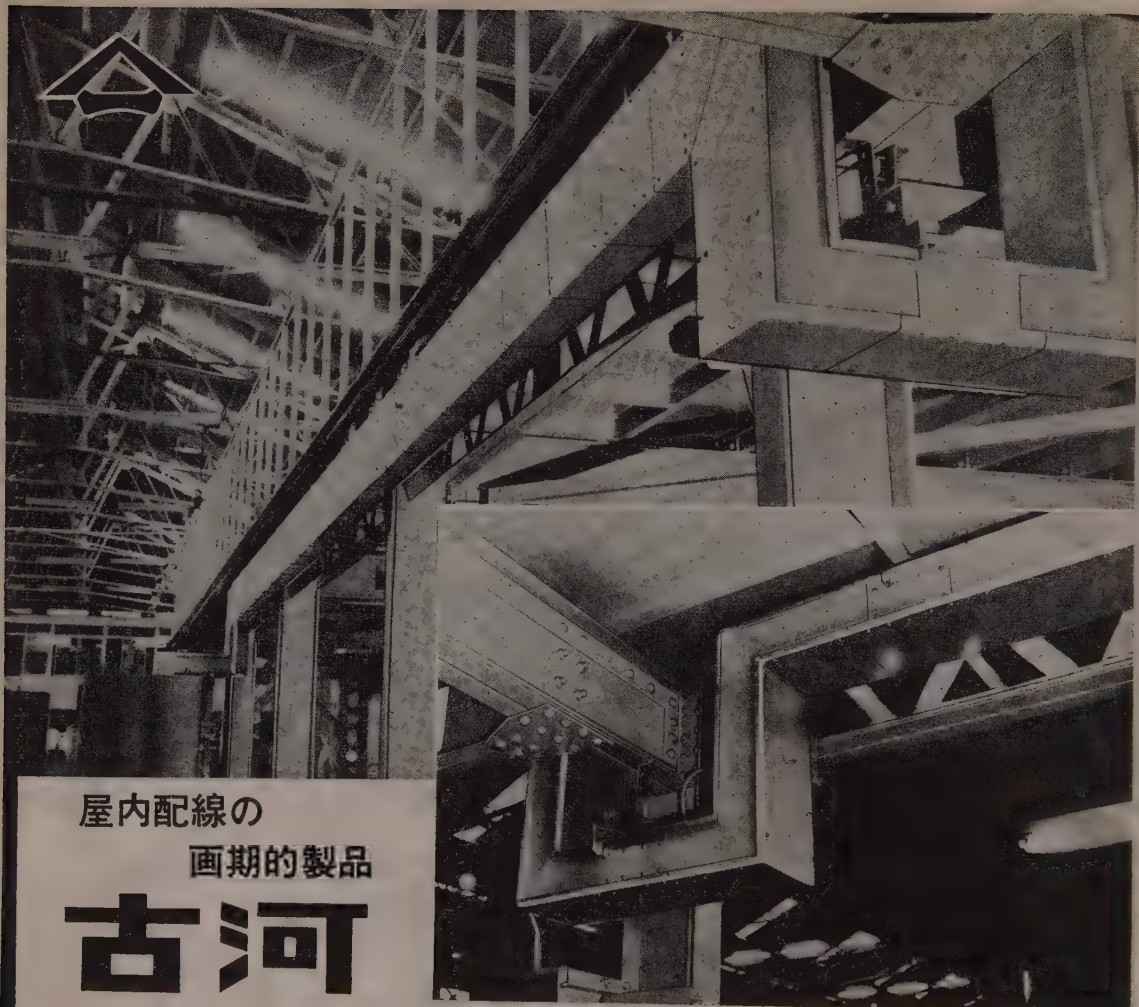


高度を行く
電線とケーブル



日本電線

本社 東京都墨田区寺島町 2-8 電 (611) 0101-7
営業部 東京都中央区築地 3-10 (懇和会館) 電 (541) 2021-9
営業所 大阪・福岡・名古屋・仙台・札幌



屋内配線の
画期的製品

古河 バスダクト

最近建設されるビルディング、工場等の屋内配電には従来のケーブル、コンジット配線等に代わってバスダクトが専ら使用せられるようになってきました。バスダクトは不燃性、安全性、機械特性、電気特性がいずれもきわめてよく、ダクトを必要とせず、床面積が節約でき、美観を呈する等の利点のほか

1. 分岐が随時希望個所にとりうる。 2. 電力需用の増減に伴ない簡単に増設、撤去移設が可能である。 3. 瞬時電流容量を大にとりうる。

等の特徴を有するため、自動化の進んだ機械を多く使用する新設工場はもちろんのこと、電力需要の多いビルディング等の屋内配線としては最適のものであります。

古河バスダクト は導体、外函ともにすべてアルミ製品を使用し、前記のようなバスダクト独自の特徴のほかに

軽量・外函の耐食性、美観・導体接続部の信頼度大。

以上のような特徴を備えています。

古河電気工業株式会社

本社 東京都千代田区丸の内2の14

エレクトロニクス時代の頭脳

富士の

コンピュータ

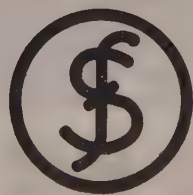
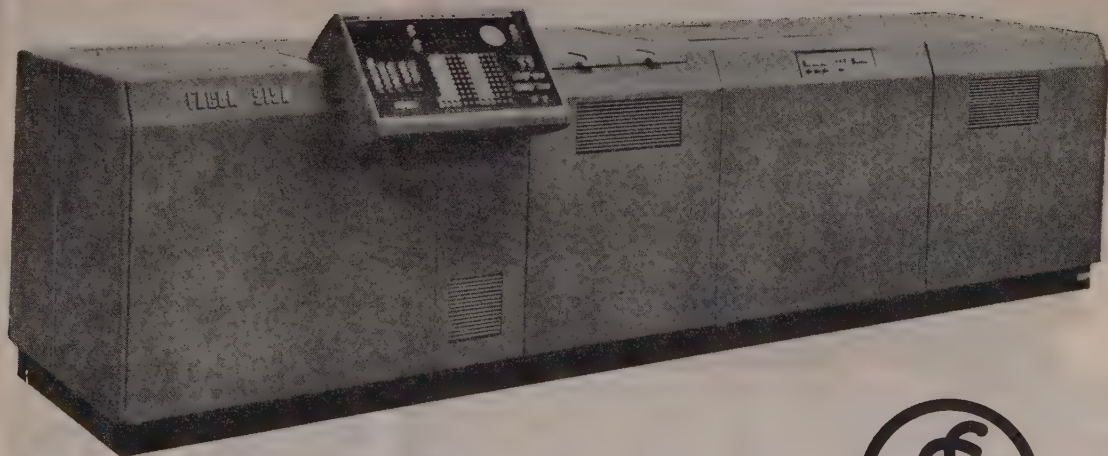
FACOM-212 は IBM と結合して
今すぐお使いになれます。

FACOM-212

貴方の会社の経営方針策決定にオフィスオートメーションの用具として FACOM-212 はこんなに役立ちます。

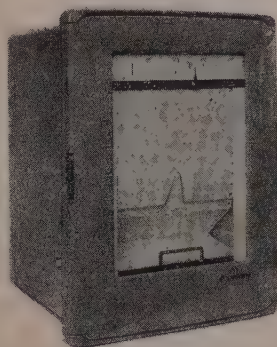
例えば

予算統制，資材管理，在庫管理，工程管理，給料計算，販売統計事務の他，市場調査に関する諸統計処理や経営分析計算はこのFACOM-212にとって最も得意とする分野です。

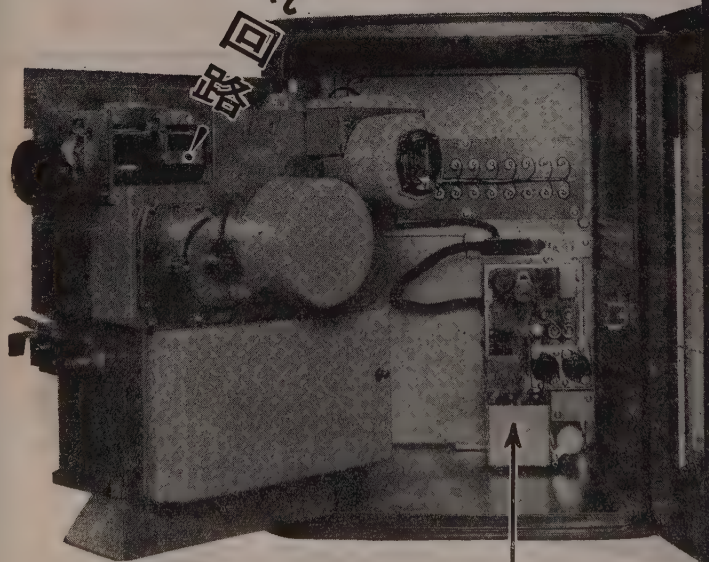


富士通信機製造株式会社

東京都千代田区丸の内 3 の 2 電話 (281) 6221・6231(代)



トランスミッター化された電気回路



記 録 計 内 部

(トランジスタ増幅器)

60 年型 ER

自動平衡式記録計

最新の電子技術を全面的に取り入れて新たに設計された計器で新しい時代の工業計装に適合する万能型の記録計です。

構造及び動作部品の細部にわたって合理的な考慮を払い、取扱の便利さをはかるとともに優美な外装をしています。

● 温度・流量・液位・圧力・pH・
ガス分析・溶液濃度・濁度・粘度
・湿度・露点・回転数・速度・電
力・電圧・周波数その他種々の工
業的な量の記録計としてすべて共
通に使用することができます。

●標準型は0～10mVDC入力
の自動平衡電位差計で、ペン書き
一点用記録計と色別打点式多点用
記録計とがあります。積算計、上
下限警報装置、速度可変記録紙駆
動機構等の機能を付加することが
できます。

●また、テレメータ装置の送量受量記録計、計算盤その他研究所用のアナログ記録計としても使用され特に御要求があれば高感度型、高速度型等の記録計も製作できます。

●電気回路はすべてトランジスタ
化され、機構部品は耐蝕性合金、
密閉型構造を用いて、最高の精度
・信頼性・安定性をもっておりま
す。 **カタログ贈呈**

カタログ贈呈

株式會社

横河電機製作所

本社・工場 東京都武蔵野市吉祥寺3000番地 電話 東京 391局 代表 1901
支店 名古屋大 阪小 倉 出張所 武蔵野局 (022-2) 代表 3701
新潟 湯田 島

支店名古屋大 阪小 倉, 出張所 新 潟・広 島

YEW

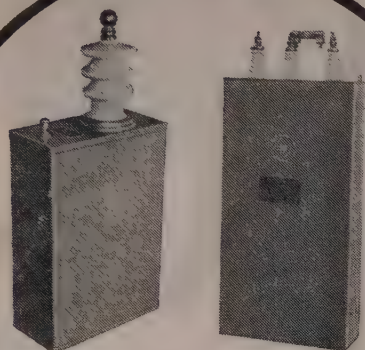
40余年の伝統を誇る



許可番号
700
5932

卓越した技術

完璧の製品

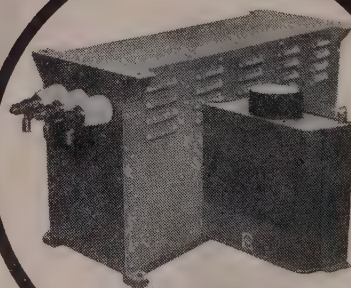


衝撃電圧発生装置用 高周波誘導式電気炉用
0.5 μ F W 50.000VDC 15 μ F 1.000 \sim
T 75.000VDC 1.200V

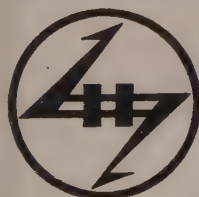
二井の コンデンサ

営業品目

進相用高圧	コンデンサ
進相用低圧	コンデンサ
高周波電気炉用	コンデンサ
電話用並搬送用	コンデンサ
無線用各種	コンデンサ
蛍光・水銀灯用	コンデンサ
衝撃電圧発生用	コンデンサ
その他	各種コンデンサ
O.F.式	
D.F.式	
M.P.式	



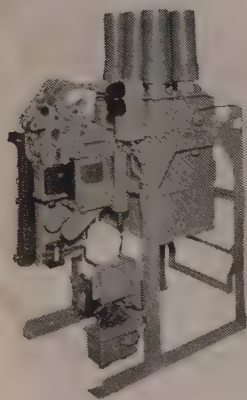
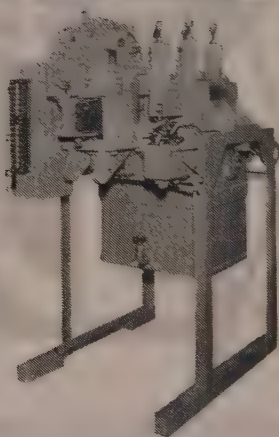
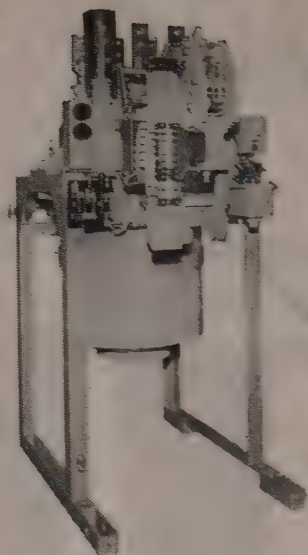
低圧進相用
200 V 50 kVAと300 μ F



二井蓄電器株式会社

本社及び工場	東京都品川区大井寺下町1442番地	電話	大森 (761) 8111~5
大森工場	東京都大田区入新井5丁目248番地	電話	大森 (761) 2573
大阪営業所	大阪市北区西扇町17番地(日扇ビル)	電話	(34) 8258~9
九州出張所	福岡市萱堂町25番地	電話	(3) 5380

Inoue Denki



井上の... 油しや断器

左. BC-3-S. 7,200 V, 100 MVA

中. BC-41-S. 7,200 V, 150 MVA

右. AC-46-S. 7,200 V, 250 MVA

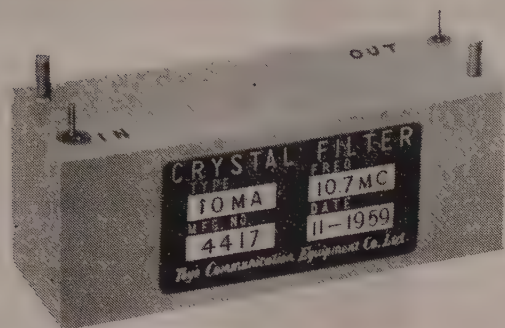
株式會社 井上電機製作所

本社工場 京都市外向田町 電話(代) 京都 ⑤ 8691



新製品

10.7MC SERIES STANDARD CRYSTAL FILTERS



APPLICATIONS

AM. FM. SSB RECEIVERS
DOPPLER RADAR SYSTEMS
FSK SYSTEMS
FIXED CHANNEL RECEIVERS
SPECTRUM ANALYZERS

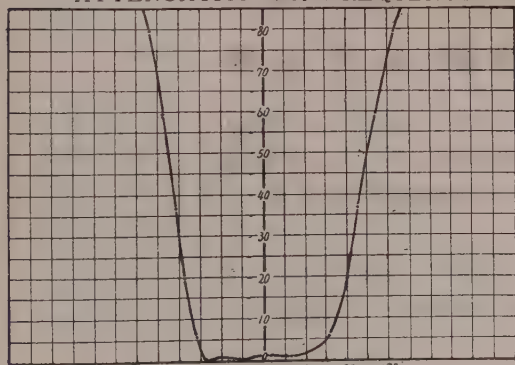
SYMMETRICAL BANDPASS

MODEL NO	CENTER FREQUENCY	BANDWIDTH 6 DB	BANDWIDTH 60 DB	INSERTION LOSS (MAX)	PASS BAND VARIATION (MAX)	IMPEDANCE OHMS (NOMINAL)	CASE SIZE L.W.H
10 MA	10.7 MC	30 KC	60 KC	6 DB	± 1.5 DB	2,000	80×25×30mm
10 MB	"	15 KC	30 KC	"	"	1,000	"
10 ME	"	6 KC	15 KC	"	± 1 DB	500	"
10 MF	"	3.5 KC	10 KC	"	"	300	"
10 MH	"	0.5 KC	2 KC	"	"	2,000	"

CRYSTAL DISCRIMINATOR

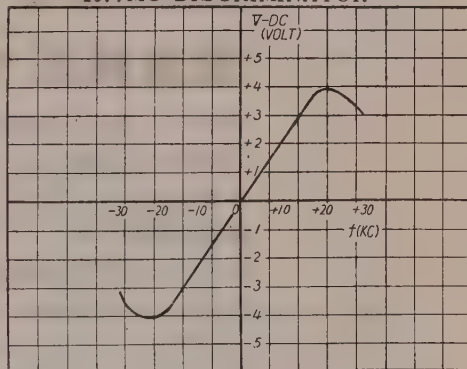
MODEL NO	CENTER FREQ	BAND WIDTH	IMPEDANCE OHMS	CASE SIZE L.W.H.
10M-DC	10.7MC	50KC PEAK TO PEAK	INPUT 10K, OUTPUT 500K	25×20×25 mm

MODEL 10-MA
ATTENUATION VS. FREQUENCY



FREQUENCY IN KC FROM 10.7MC
CENTER FREQUENCY

MODEL 10M-DC
10.7MC DISCRIMINATOR



FREQUENCY IN KC FROM 10.7MC
CENTER FREQUENCY

同一外形互換性を考えた 10.7 MC 系列既設計、高信頼性の高周波水晶濾波器を御推奨いたします。

尚、特に新規設計にも応じますから何卒御用命の程御待ち申上げて居ります。

東洋通信機株式會社

本社及工場 神奈川県川崎市堺越3丁目484番地 (電話) 川崎(2) 3 7 7 1 ~ 3 7 7 9, 2 7 6 6
東京事務所 東京都千代田区霞ヶ関3丁目3番地鋼鉄ビル内 (電話) 東京(591) 1 9 7 3, 1 9 7 4
大阪営業所 大阪府西区土佐堀船町2番地大阪商工ビル内 (電話) 土佐堀(44) 4 3 3 2
福岡営業所 福岡市下土居町3番地住友ビル内 (電話) 福岡(3) 2 5 0 1

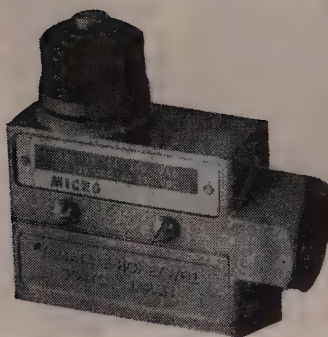
マイクロ精密スイッチ

2LSI

10A, 120・240・480V, A.C.

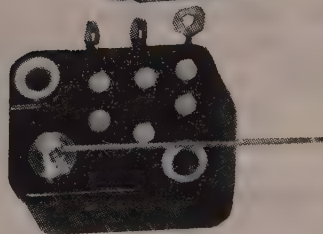
BA-2RL2

20A, 125・250・460V, A.C.



BZE6-2RN

15A, 125・250・460V, A.C.



V4-14 (軽作動型)

5A, 125・250V

山武の誇る…高品質…高精度の 国産純正マイクロスイッチ

山武ハネウエルが米国ミネアポリス・ハネウエル社より100%の技術導入により品質第一をモットーにして、国産を始めました マイクロスイッチは御好評の内に着々と機着が出揃いました。

輸入品に比し、性能は優るとも劣らず、互換性もあり量産による大巾なコストダウンは今后開発する機種と共に必ず貴方のアイデアのオールマイティになって載けます。オートメのソース山武のマイクロスイッチは貴社利益向上のソースでもあります。

豊富な資料を以って各営業所技術者がスイッチの諸問題にお応え致します。御気軽に御連絡下さい。



山武ハネウエル計器株式会社

マイクロスイッチ事業部

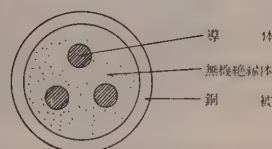
本社及び東京営業所 東京・丸の内・八重洲ビル TEL (281) 6751~9

支店・大阪 出張所・小倉 名古屋
TEL (25) 0831~5 TEL (小倉) 969 TEL (23) 8581~4

日立ハイミックス電線



ハイミックス電線の構造



弊社では、かねてより外国でかなり古くから製造され、特殊船舶・軍艦・その他に多量に使用されている無機絶縁（MI線）の研究を進めてまいりましたが、国産品として初めてその企業化に成功し、商品名をハイミックス電線として、その量産態勢を整えました。

特 長

- (1) 耐焰性がすぐれている。
- (2) 耐熱性がきわめてよい。
- (3) 機械的強度が大である。
- (4) 耐食性が大きい。
- (5) 耐老化性が優秀である。
- (6) 許容電流が大きくとれる。
- (7) 布設が容易である。

用 途

- (1) 船舶用电線
- (2) 高熱作業用配線
- (3) 各種機械廻り配線
- (4) ビルディング 重要建築物内配線
- (5) その他 一般工場内配線 住宅用配線としても安全性があります。



日立電線株式会社

本 社
営業所
販売所

東京都千代田区丸ノ内2丁目 12 番地
大 阪・福 岡・名 古 屋
札 幌・仙 台・広 島・富 山

マルチレンジメーター“D”シリーズ

Hansen
ELECTRONIC INSTRUMENTS

本シリーズは学校並びに研究室で使用
せられる単独メーターがその測定範囲
を切換えられる事に依り使用の便と
経費の軽減を計りその目的に充分
な強度と適当な精度を備えて
居ります。



model DRM-5
抵抗計

88×140×220 mm

型 名	定 格	荷 変	備 考
DVM-5 5レンジ直流ミリボルト meter	0~30m, 60m, 120m, 300m, 600m, V	2.5%	内部抵抗 1.67K Ω /V メーター感度 510 μ A
DVMC-5 中点零5レンジ直流ミリボルト meter	15m, 30m, 60m, 150m, 300m V	2.5%	内部抵抗 1.67K Ω /V メーター感度 510 μ A
DVM-10 レンジ直流ボルト meter	0~1.2, 3, 6, 12, 30, 60, 120, 300, 600, 1200V	2.5%	内部抵抗 1.67K Ω /V メーター感度 510 μ A
DVMC-10 中点零10レンジ直流ボルト meter	0.6, 1.5, 3, 6, 15, 30, 60, 150, 300, 600V	2.5%	内部抵抗 1.67K Ω /V メーター感度 510 μ A
DAV-9 9レンジ交流ボルト meter	0~1.2, 3, 6, 12, 30, 60, 120, 300, 600V	2.5%	内部抵抗 1.67K Ω /V メーター感度 510 μ A
DMMM-5 5レンジ直流マイクロアン meter	0~30 μ , 60 μ , 120 μ , 300 μ , 600 μ A	2.5%	電圧降下 120 mV メーター感度 20 μ A
DMMC-5 中点零5レンジ直流マイクロアン meter	15 μ , 30 μ , 60 μ , 150 μ , 300 μ A	2.5%	電圧降下 120 mV メーター感度 20 μ A
DMA-11 11レンジ直流ミリアン meter	0~0.6m, 1.2m, 3m, 6m, 12m, 30m, 60m 120m, 300m, 600m, 3000mA	2.5%	電圧降下 240 mV メーター感度 510 μ A
DMAC-11 中点零11レンジ直流ミリアン meter	300 μ , 0.6m, 1.5m, 3m, 6m, 15m, 30m, 60m, 150m, 800m, 1500mA	2.5%	電圧降下 120 mV メーター感度 510 μ A
DAM-8 8レンジ交直両用アン meter	0~1.2, 3, 6, 12A	DC 2.5% AC 5%	電圧降下 240 mV メーター感度 530 μ A
DRM-5 5レンジオーム meter	R \times 1, \times 10 \times 100 \times 1000, 0~20Meg Ω 目盛線 0.1 Ω から 20Meg Ω まで	指示角度で全 目盛の2.5%	中点目盛10 Ω , 100 Ω , 1K Ω , 10K Ω , 100K Ω (自蔵電池で1Meg Ω まで)

その他の営業品目

回路計, ブラウン管オシロスコープ, 真空管電圧計, パネルメーター, 真空管試験器, バッテリーメーター,
直読容量計, 直読自己誘導計, 直読周波数計

ハンセン電機工業株式会社

東京都千代田区神田神保町3の3 TEL (301) 1221, 2925

総合カタログ T50

日測電子の エレクトロニックインストルメンツ

MODEL PS シリーズ



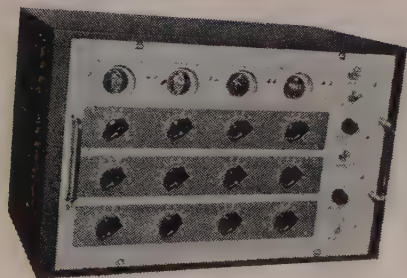
デジタル周波数／回転数計
PS-301



3 c/s ~ 100 kc
指示周波数／回転数計
PS-101



リモートインディケーター
PS-302



可逆カウンター使用による
デジタル加速度計
加減算カウンター
PS-303

製造品目

エレクトロニック カウンター シリーズ
デジタル 計測器 シリーズ
音響 計測器 シリーズ
その他 エレクトロニック 計測器

NISSOKU

日測電子工業株式会社

東京都港区芝金杉浜町 70 TEL (451) 1815

AMPターミナルの
圧着には
世界中で使われている

AMP

ダイナ・クリンプ

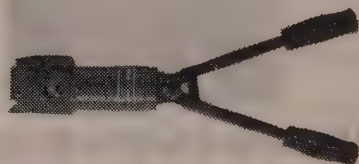
DYNAcrimp

工具を!

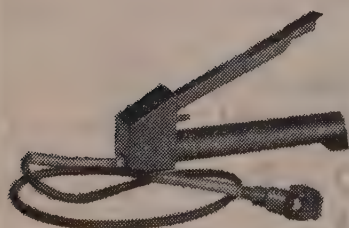


- 325mm²の電線でもたちどころに完全な結線ができます。
- AMPダイナ・クリンプ工具には次の種類があります。

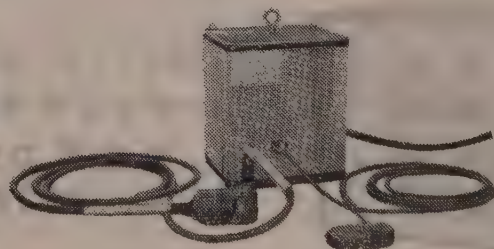
AMP油圧式手動工具
電線適用範囲 6.64~42.42mm²



**AMP空気式
ダイナ・クリンプ**
電線適用範囲
6.64~325mm²



AMP足踏式油圧工具
電線適用範囲
6.64~325mm²



AMP電気式ダイナ・クリンプ
電線適用範囲 6.64~325mm²



AMP圧着工具には、AMPターミナルをご使用下さい。
類似品がありますから、AMPとご指定下さい。

日本総販売店

東洋端子株式会社

東京都中央区京橋2-2 荒川ビル Tel.(561)0481代表
営業所：大 阪・名古屋・福 岡 駐在所：札 幌

製 造

日本エー・エム・ピー株式会社

斯界最高峰の東邦拡散形

シリコン整流器

同一ベースにシリコン二素子を組込んだ複合極小形他に
類例のない特許新製品



M P 2

SP-2 TV電源 磁気増巾器最適品

小容量電力用に最適品

規 格	形 式	SP-2	M P 2		
			MP 2-4	MP 2-6	MP 2-8
P. I. V		500V	400V	600V	800V
許容交流入力電圧 (実効値)		280V	250V	390V	500V
正方向電流 (印加電圧1V)		1.5A以上	3 A 以上		
許容サージ電流 (1秒)		D.C 10A	D.C 20A		
許容ケース表面温度		100°C	-65°C ~ 175°C		

規 格	形 式	T H 0 8 形			T H 2 0 形			T H 8 0 F 形		
		0 8 4	0 8 6	0 8 8	2 0 4	2 0 6	2 0 8	804 F	806 F	808 F
P. I. V		400 V	600 V	800 V	400 V	600 V	800 V	400 V	600 V	800 V
許 容 交 流 入 力 電 圧 (実効値)		250 V	390 V	500 V	250 V	390 V	500 V	250 V	390 V	500 V
正 方 向 電 流 (印加電圧 1 V)		10 A 以 上			25 A 以 上			50 A 以 上		
許 容 サ ー ジ 電 流 (1 秒)		D C 50A			D C 120 A			D C 250 A		
許 容 温 度		— 65℃ ~ 175℃								

電力用大・中容量素子も生産好調で在庫豊富に用意しております。

営 業 品 目

シリコン整流器 ゲルマニウム整流器 セレン整流器
Si cバリスタ C d s光導電素子 亜酸化銅整流器
磁気増巾器 A. V. R 速断ヒューズ

Toho

東邦産研電気株式会社

東京事務所 東京都豊島区池袋1の814 (大和ビル) TEL (971) 1959・8992
本社・工場 埼玉県北足立郡新座町北町 TEL 埼玉新座31・32

ミリ波時代を

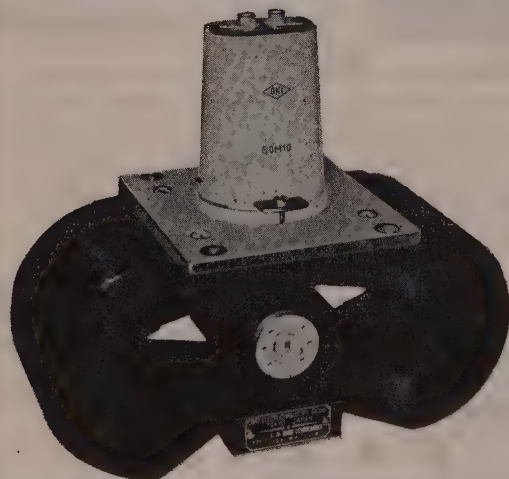
つくる・・・

沖電気工業の

ミリ波管！



電子管



マグネトロン 50 M 10



クライストロン 50 V 10

規格

	50 M 10	35 M 10	50 V 10	35 V 10
波 長(mm)	$6.0 \pm 2\%$	$8.6 \pm 1\%$	6 ~ 7	8 ~ 9
出 力(kW)	20	40	40	40
陽 極 電 圧(kV)	12	13	2.3	2

このほか、24~50 Gc 帯の各種ミリ波マグネトロン、ミリ波クライストロンの製作を行っております。御相談下さい。

●カタログ進呈
乞紙名記入

沖電気工業株式会社

東京都港区芝高浜町10
電話 三田 (451)2191・9271

UDC 536.532: 621.317.794

反射鏡を併用する熱検出器の放射入力 による熱起電力*

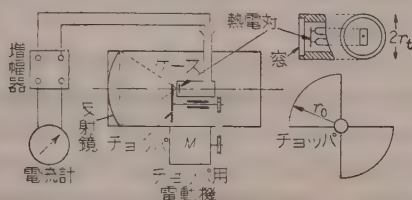
正 員 重 台 五 郎†

資料・論文

35-50

1. 緒 言

ある物体の温度放射の、特に微弱な放射エネルギーを測定するには、普通集光レンズか反射鏡で集束して、焦点に置かれた放射検出器(熱電対)に入射させ、その出力を交流変換して増幅器により増幅するのが一般の定石である。第1図に示す微小放射の測定機構では、多くの場合放射断続方式を取り、反射鏡で集束した放射を、熱電対受熱板に入射する直前、定速回転のチョップで断続する。熱電対は断続放射を吸収して、温接点の温度上昇に比例したひずみ波形の交流起電力を誘起する。次いでこれを低周波増幅器で増幅し、その出力電流を電流計で測定するのである。



第1図 微小放射の測定機構

さて第1図に示す光学系において、一定の放射入力によって誘起する熱電対起電力を求める場合、従来多くは簡易な概念的考察にとどまり、特別にこれを解析的に取り扱った例は文献にもあまり見受けられない。

そこで筆者は前記機構の光学系において、実際に即した考察のもとに放射入力に対する熱電対起電力を幾何光学的に解析し、特に起電力に対する反射鏡、チョップおよび熱電対受熱板との関係を明確にして、従来の概念的考察に検討を加えるとともに、この種光学系の設計に必要な基礎資料を提示したい。

まず解析にあたって次の条件を仮定しておく。(i) 熱源である物体表面は完全拡散面で、その温度分布も一様である。(ii) 物体と検出器との距離は物体や反射鏡の大きさにくらべて著しく大きく、したがって鏡面に入射する放射はすべて近軸線とみなしうる。

また放射が空間を通過する間、吸収による放射損は全くない。(iii) 反射鏡の収差を無視し、鏡面で反射した放射束は全部物体の結像にあずかる。(iv) 熱電対の感度は受熱板上いたるところ等しく、放射に対する窓の吸収は考えない。また受熱板には物体からの温度放射以外の放射は入射しない。(v) チョップは放射に対して不透過性とする。

2. 熱電対の受熱板入射束の最大値

周囲温度が $T_1(^{\circ}\text{K})$ で、これに対し表面温度が $T_2(^{\circ}\text{K})$ の物体から、単位時間に発散する単位面積あたりの放射エネルギー(放射発散度)は

$$J = \epsilon_b \sigma (T_2^4 - T_1^4) \quad \dots\dots\dots (1)$$

ϵ_b : 物体表面の全放射率, σ : Stefan-Boltzmann 定数

さて物体が面積 $A = 2L_1 \times 2L_2$ なる方形面の場合、その中心から法線上 D なる距離の点 P で法線と直交する面上の放射強度は

$$E = \frac{2L_2 J}{\pi D} \left\{ \tan^{-1} \left(\frac{L_1}{D} \right) + \frac{L_1 D}{L_1^2 + D^2} \right\} \sim \frac{AJ}{\pi D^2} \quad \dots\dots\dots (2)$$

いまここで放物面鏡(開口 $2r_m$, 焦点距離 f , 全放射率 γ_m)を物体に向って正対させるとき、鏡面に入射して物体の結像にあずかる全放射束 Φ_0 は

$$\Phi_0 = \gamma_m \pi r_m^2 E = \gamma_m r_m^2 AJ / D^2 \quad \dots\dots\dots (3)$$

また鏡面中心から f' の位置に結像する像の面積 A' とその放射密度 ν は

$$A' = 2L_1' \times 2L_2' = A(f'/D)^2 \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$\nu = \Phi_0 / A' = \gamma_m r_m^2 J / f'^2 \quad \dots\dots\dots (5)$$

したがって受熱板が物体の像におおわれる場合、温度が周囲温度に等しく $T_1(^{\circ}\text{K})$ で、面積 $a = 2l_1 \times 2l_2$, 全吸収率 ϵ_r の受熱板が吸収する放射束 Φ は

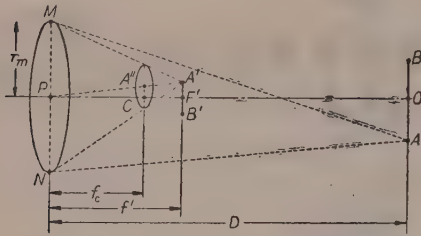
$$\Phi = \epsilon_r a \nu = \gamma_m r_m^2 \epsilon_r a J / f'^2 \quad \dots\dots\dots (6)$$

しかし鏡面に入射する放射は、途中チョップ(半径 r_0)と熱電対ケース(半径 r_e)にさえぎられるから、受熱板が吸収する正味の放射束の最大値 Φ' は

$$\Phi' = \gamma_m r_m'^2 \epsilon_r a J / f'^2 \quad \dots\dots\dots (7)$$

* Electro-Motive Force Induced by Radiation Incident on Thermal Detector with a Reflecting Mirror. By G. SHIGEDAI, Member (Chiba Institute of Technology).

† 千葉工業大学電気工学科勤務, 電熱・放射担当



第2図 物体と像との光学的関係

$$r_m l^2 = r_m^2 - r_0^2 - \frac{1}{2} r_0^2 \dots \dots \dots (8)$$

すなわち受熱板入射束はチョッパの断続に伴って、その最大 Φ' から最小0の間を周期的に変化する。この周期的変化を求めるには、まずチョッパを含む平面（C平面と呼ぶ）上における受熱板入射束の放射分布を知らなければならない。

3. チョッパが断続する受熱板入射束

受熱板入射束のC平面上における放射分布は、数式的な取り扱い方には向かないが、個々の場合について図式的に求めることは可能である。そこで筆者はここに一つの図式解法を提示し、これによって各場合におけるC平面上の放射分布を決定する。

(3.1) 反射鏡による物体の結像 第2図において反射鏡 (r_m, f) が物体 AB の像 $A'B'$ を F' 点に結像する場合、物体の1点 A から鏡面に入射する放射束は、反射して鏡面 P を底円とする1個の放射束円すい体を形成し、その頂点によって A 点の像 A' を決定する。この放射束円すい体を含む放射束は、放射発散度 J が一定なる限り一定で、光軸と直交する切り口面の放射分布も同様と考えてさしつかえない。

(3.2) 受熱板入射束のC平面上における放射分布

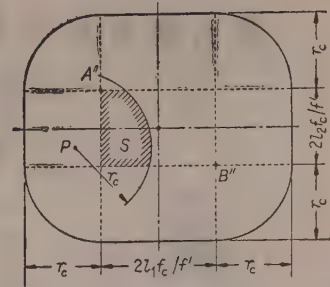
(a) 放射分布の外形 すでに述べたとおり考える受熱板入射束は、受熱板上の各点を頂点とし、鏡面を底とする放射束円すい体の集合である。したがってこれらの円すい体群がC平面で切られて生じる平截円群の包絡線は、すなわちC平面上の放射束分布の外形である。たとえば A' を頂点とする放射束円すい体の平截円半径 r_0 と、平截円中心の光軸からの偏移 $\overline{CA''}$ は、それぞれ

$$r_0 = r_m(1 - f_0/f') \dots \dots \dots (9)$$

$$\overline{CA''} = \overline{A'F'} \cdot f_0/f' \dots \dots \dots (10)$$

これらの関係は入射束が近軸線である限り、受熱板上どの点に対しても常になりたつ。そしてこの場合の平截円群の包絡線は、第3図に示すとおり

$$2r_0 + 2l_1 f_0/f', 2r_0 + 2l_2 f_0/f' \dots \dots \dots (11)$$



第3図 C平面の放射束分布の外形と分布密度

を縦、横とする一つの小判形をなす。

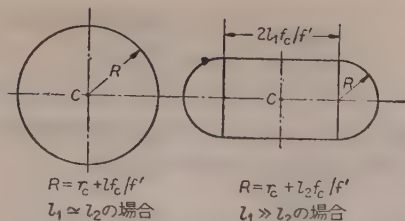
(b) 放射分布の密度 受熱板入射束が前記放射束円すい体群からなり、各円すい体を含む放射束が一定でかつ一様分布であることから、C平面上の放射分布内任意の点 P の分布密度は、C平面で切られる平截円群の内、P 点をその中に含む平截円の数に比例する。そして P 点を含む平截円の数は、P 点を中心とする半径 r_0 の円と平截円中心の軌跡である受熱板と相似の方形 $A''B''$ とが重なる面積 S によって表わされる。(第3図)

このようにして図式的に放射の外形と分布密度が決定すれば、C平面上の放射束分布は外形を底面に、分布密度を垂直高とする一つの立体か、あるいは等密度曲線を利用した地形図によって表わすことができる。この場合チョッパの位置によって立体の形状がどのように変わっても、その体積は受熱板入射束の最大値 Φ' に等しく、常に一定である。

(3.3) C平面の位置と放射束分布との関係 まず分布の外形であるが、チョッパの位置 C が F' の受熱板を離れると、 $l_1 f_0/f', l_2 f_0/f'$ が減少して r_0 が増大するから、外形の小判形は円形に接近し、その接近速度は反射鏡の r_m, f が大きいほど速い。

したがって受熱板が正方形 ($2l \times 2l$) または長方形の場合、チョッパが受熱板に著しく接近しない限り、分布の外形は半径が $r_0 + l_1 f_0/f'$ または $r_0 + \frac{1}{2}(l_1 + l_2) \times f_0/f'$ の円形としてさしつかえない。また受熱板が長方形 ($l_1 > l_2$) の場合は、近似的に各辺が $2l_1 f_0/f', 2(r_0 + l_2 f_0/f')$ の方形とこれに接する半径が $r_0 + l_2 f_0/f'$ の2個の半円とからなりたつ。(第4図)

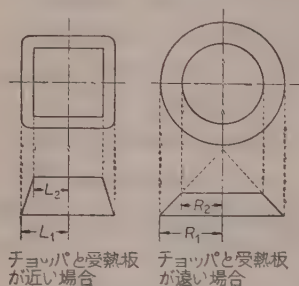
次は分布密度であるが、受熱板が正方形または長方形の場合、チョッパの位置が受熱板を離れるにしたがい、分布の立体は柱状から、すい台状に変わって、すい台の頂面辺長 L_2 と底面辺長 L_1 との比 $\beta \equiv L_2/L_1 = [(l_2/f') - r_0]/[(l_2/f') + r_0]$ はすみやかに減少し、



第4図 C平面上における
放射束分布の外形

$f_0 = r_0 f' / l$ のとき $\beta = 0$ となって立体はすい体となる。

チョツパがさらに離れて f_c が減少すれば、外形が

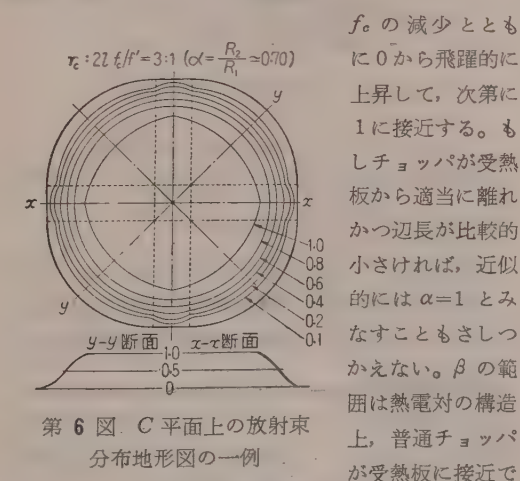


第5図 チョツパの位置に
よる放射束分布の立体

近似円から円形に
接近すると同時に、
分布の立体は
すい体から再びす
い台に変わり、頂
円半径 R_2 と底円
半径 R_1 との比 α
は増大しつつ鏡面
に達して1となる。
(第5図)

いまチョツパの

位置 f_0 が異なる二三の場合について、 α と f_0 との
関係を図式的に求めた結果 (第6図) は第1表のと
おりである。第7図は $r_m = 7.5$ cm, $f' = 15$ cm の反射



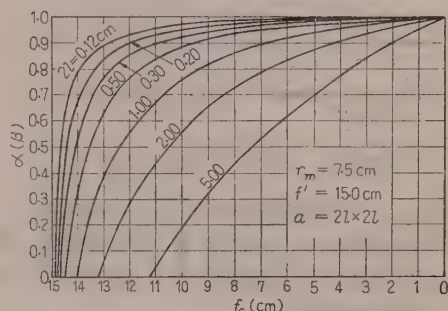
第6図 C平面上の放射束
分布地形図の一例

きない部分で、実際には適用されない。

また受熱板が長方形の場合は、一般に正方形の場合
にくらべて複雑な形状となるが、チョツパが受熱板に
着しく接近しない限りは、近似的に $\alpha = 1$ としても著
しい相違はなく、取り扱い也非常に簡単になる。

第1表 f_0 , r_0 と $\alpha(\beta)$ との関係
(正方形の場合)

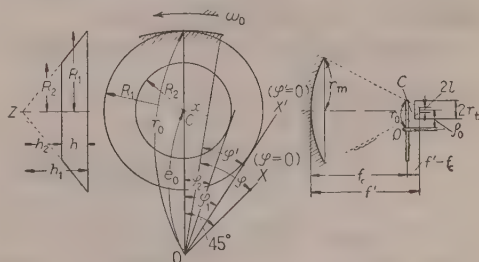
項目	チョツパの位置 f_c	平截円半径 r_c	$\alpha = R_2/R_1$ $\beta = L_2/L_1$
界域	f'	0	1
	$r_m f' / (r_m + l)$	$l f_c / f'$	0
$r_c \geq l \frac{f_c}{f'}$	$r_m f' / (r_m + l)$	$l f_c / f'$	0
	$r_m f' / (r_m + 2l)$	$2 l f_c / f'$	0.30
	$r_m f' / (r_m + 6l)$	$6 l f_c / f'$	0.70
	$r_m f' / (r_m + 20l)$	$20 l f_c / f'$	0.90
	0	r_m	1



第7図 $\alpha(\beta)$ 対 f_0 曲線の一例

4. 断続による受熱板入射束 変化と基本調波

(4.1) チョツパによる放射束の断続 第8図にお
いてチョツパの受熱板からの距離を $f' - f_0$ 、回転軸
と光軸との間隔を ρ_0 とし、チョツパは O を中心に矢
の方向に回転する。 C 平面上の放射束分布は OC 対
して回転方向の前後対称で、 O 点が分布の外形対し
て張る角は $2\phi_1$ である。チョツパが入射束を完全に
断続するためには、その半径 r_0 は O 点から分布外
形の最遠端に至る距離に等しくとる。またチョツパが
1枚翼からなる 180° チョツパの場合は、1回転で放
射束を1回断続し、2枚翼の 90° チョツパでは2回断



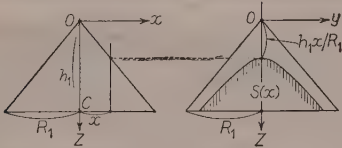
第8図 チョツパによる正方形
受熱板入射束の断続

続する。

(4・2) 正方形受熱板の受熱板入射束と基本調波

(a) C 平面上の放射束分布が円すい台状の場合 ($\alpha \neq 1$) 第 8 図において C 平面上の放射束分布を底円半径 R_1 、頂円半径 R_2 、台高 h の円すい台で表わすと、 90° チョッパの断続に伴う受熱板入射束は、チョッパ面から光軸方向に露出する円すい台の体積に相当する。

そして体積を求める便宜上、円すい台を半径 R_1 、高さ h_1 なる大円すいと、半径 R_2 、高さ h_2 なる小円すいの差に置き換える。



第 9 図 円すい体の露出体積

まずチョッパが大円すい体分布の放射束を断続する場合、 C から距離 x なる位置において (第 9 図)、チョッパ面の 1 辺を含み光軸に平行する平面で円すい体を切った切り口面積は

$$S(x) = \frac{2R_1}{h_1} \int_{h_1 x/R_1}^{h_1} \sqrt{Z^2 - \left(\frac{h_1 x}{R_1}\right)^2} dz$$

$$= h_1 \sqrt{R_1^2 - x^2} - \left(\frac{h_1}{R_1}\right) x^2 \cosh^{-1} \left(\frac{R_1}{x}\right) \quad \dots\dots\dots (12)$$

したがって大円すい体がチョッパ面から光軸方向に露出する体積は

$$A(x) = \int_x^{R_1} S(x) dx$$

$$= \int_x^{R_1} \left\{ h_1 \sqrt{R_1^2 - x^2} - \left(\frac{h_1}{R_1}\right) x^2 \cosh^{-1} \left(\frac{R_1}{x}\right) \right\} dx \quad \dots\dots\dots (13)$$

いま変数 x を OX から測った回転角 φ に置き換えて積分すると、この場合の受熱板入射束は

$$x = \rho_0 \sin(45^\circ - \varphi) \quad \dots\dots\dots (14)$$

$$A_1(\varphi) = \frac{\Phi'}{\pi(1-\alpha^3)}$$

$$\times \left[-\frac{\cos \varphi - \sin \varphi}{\sin^2 \varphi_1} \sqrt{\sin 2\varphi - \cos 2\varphi_1} \right.$$

$$+ \cos^{-1} \left\{ \frac{\cos \varphi - \sin \varphi}{\sqrt{2} \sin \varphi_1} \right\}$$

$$+ \left. \left\{ \frac{\cos \varphi - \sin \varphi}{\sqrt{2} \sin \varphi_1} \right\}^3 \right]$$

$$\times \sinh^{-1} \sqrt{\left\{ \frac{\sqrt{2} \sin \varphi_1}{\cos \varphi - \sin \varphi} \right\}^2 - 1} \quad \dots\dots\dots (15)$$

同様にしてチョッパが小円すい体分布の放射束を断続する場合の受熱板入射束は

$$A_2(\varphi) = \frac{\alpha^3 \Phi'}{\pi(1-\alpha^3)}$$

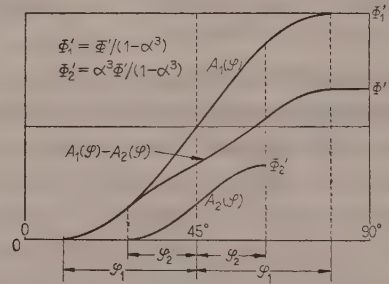
$$\times \left[-\frac{\cos \varphi - \sin \varphi}{\sin^2 \varphi_2} \sqrt{\sin 2\varphi - \cos 2\varphi_2} \right.$$

$$+ \cos^{-1} \left\{ \frac{\cos \varphi - \sin \varphi}{\sqrt{2} \sin \varphi_2} \right\}$$

$$+ \left. \left\{ \frac{\cos \varphi - \sin \varphi}{\sqrt{2} \sin \varphi_2} \right\}^3 \right]$$

$$\times \sinh^{-1} \sqrt{\left\{ \frac{\sqrt{2} \sin \varphi_2}{\cos \varphi - \sin \varphi} \right\}^2 - 1} \quad \dots\dots\dots (16)$$

したがって求める受熱板入射束 $A(\varphi)$ は、第 10 図のとおり $\varphi=0$ から 90° の間を 5 区分すると、第 2 表のようにまとめられる。



第 10 図 正方形受熱板入射束の波形

第 2 表 各区分の受熱板入射束関数

φ	$A(\varphi)$
$0 \leq \varphi \leq 45^\circ - \varphi_1$	$A(\varphi)_1 = 0$
$45^\circ - \varphi_1 \leq \varphi \leq 45^\circ - \varphi_2$	$A(\varphi)_2 = A_1(\varphi)$
$45^\circ - \varphi_2 \leq \varphi \leq 45^\circ + \varphi_2$	$A(\varphi)_3 = A_1(\varphi) - A_2(\varphi)$
$45^\circ + \varphi_2 \leq \varphi \leq 45^\circ + \varphi_1$	$A(\varphi)_4 = A_1(\varphi) - \alpha^3 \Phi' / (1 - \alpha^3)$
$45^\circ + \varphi_1 \leq \varphi \leq 90^\circ$	$A(\varphi)_5 = \Phi'$

次に $A(\varphi)$ は $\varphi=0$ と 90° の位置に対して対称であるから、これをフーリエ級数に展開すると、定数項と回転角 φ の偶数余弦項のみ残って

$$A(\varphi) = A_0 + \sum_1^\infty a_{2n} \cos 2n\varphi \quad \dots\dots\dots (17)$$

$$A_0 = \frac{2}{\pi} \int_0^{90} A(\varphi) d\varphi = \frac{1}{2} \Phi' \quad \dots\dots\dots (18)$$

また基本調波の最大値 a_2 は

$$a_2 = \frac{4}{\pi} \left[\int_{45-\varphi_1}^{45+\varphi_1} A_1(\varphi) \cos 2\varphi d\varphi - \int_{45-\varphi_2}^{45+\varphi_2} A_2(\varphi) \cos 2\varphi d\varphi \right. \\ \left. - \int_{45+\varphi_2}^{45+\varphi_1} \frac{\alpha^3 \Phi'}{1-\alpha^3} \cos 2\varphi d\varphi + \int_{45-\varphi_1}^{90} \Phi' \cos 2\varphi d\varphi \right] \\ = -\frac{4}{\pi} \left[1 - \frac{5}{10} \frac{1-\alpha^5}{1-\alpha^3} \sin^2 \varphi_1 \right] \frac{\Phi'}{2} \dots \dots (19)$$

すなわち受熱板入射束 $A(\varphi)$ とその基本調波の最大値 a_2 は、いずれも反射鏡 (r_m, f)、受熱板 ($2l$) およびチョッパ ($\rho_0, f'-f_0$) の諸元の関数となる。

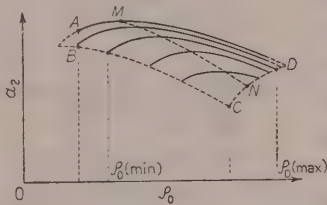
もし反射鏡と受熱板が一定の場合は、もっぱらチョッパの位置だけで定まり、 $f'-f_0$ をパラメータにして a_2 対 ρ_0 の関係を表わすと、第 11 図のような曲線となる。

この場合任意の $f'-f_0$ に対して a_2 が最大となるべき ρ_0 は、 $\partial a_2 / \partial \rho_0 = 0$ から

$$\rho_0^4 + R_1 \rho_0^3 + \frac{3}{10} \frac{1-\alpha^5}{1-\alpha^3} R_1^3 \rho_0 \\ - \frac{6}{10} \frac{1-\alpha^5}{1-\alpha^3} R_1^2 (r_m^2 - r_t^2) \\ + \frac{3}{10} \frac{1-\alpha^5}{1-\alpha^3} R_1^4 = 0 \dots \dots \dots (20)$$

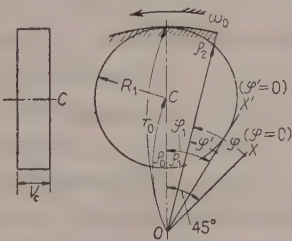
によって求められ、その軌跡は MN となる。

(19) 式は光学系と熱電対の構造上、次の条件を満



第 11 図 a_2 対 ρ_0 曲線
(パラメータ: $f'-f_0$)

足しなければならない。(i) $\varphi_1 \leq 45^\circ$ であること。すなわち $\rho_0 \geq \sqrt{2} R_1$, (ii) $r_0 + \rho_0 < r_m$ であること。すなわち $1/2 \cdot (r_m - R_1) > \rho_0$, (iii) $f'-f_0 > \text{チョッパが受熱板に接近する最短距離}$, (iv) $\rho_0 > \text{チョッパ回転軸が光軸に接近する最小間隔}$ r_t したがって a_2 対 ρ_0 曲線のうち実際に適用しうる範囲は AD および AB



第 12 図 チョッパによる
正方形受熱板入射束の断続

(受熱板と光軸に対してチョッパが接近する最短距離と間隔) と、 DC および BC (各 $f'-f_0$ に対する ρ_0 の最大と最小の限界) によって囲まれる $ABCD$ の範囲に局限される。

(b) C 平面上の放射束分布を一樣とみなす場合 ($\alpha=1$) 第 12 図に示す半径 R_1 、高さ l_0 なる円柱状の放射束分布に対し、チョッパがこれを断続する場合の受熱板入射束は、前と同様に考えて

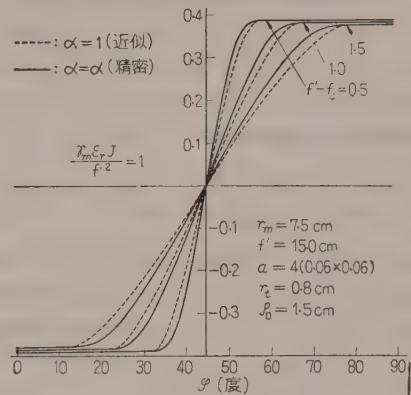
$$A(\varphi) = \frac{\Phi'}{\pi} \left[-\frac{\cos \varphi - \sin \varphi}{2 \sin^2 \varphi_1} \sqrt{\sin 2\varphi - \cos 2\varphi_1} \right. \\ \left. + \cos^{-1} \left\{ \frac{\cos \varphi - \sin \varphi}{\sqrt{2} \sin \varphi_1} \right\} \right] \dots \dots \dots (21)$$

またその基本調波の最大値 a_2 は

$$a_2 = -\frac{4}{\pi} \left[1 - \frac{1}{2} \sin^2 \varphi_1 \right] \frac{\Phi'}{2} \dots \dots \dots (22)$$

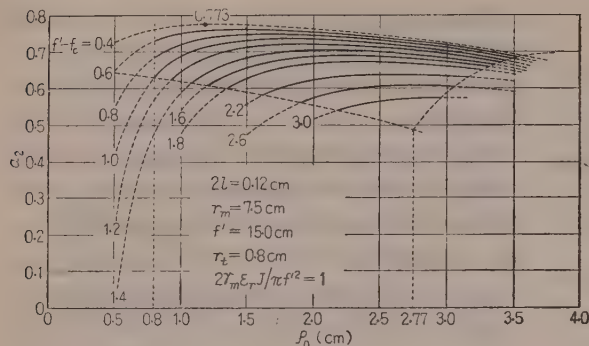
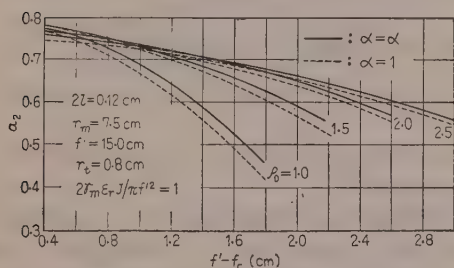
(22) 式はまた (19) 式において $\alpha=1$ とおくことによっても導かれる。

(c) 受熱板入射束の数値計算例 第 13 図は一定の反射鏡と熱電対に対し、チョッパの位置 $f'-f_0$ がそれぞれ異なる場合の受熱板入射束の波形を表わし、 $f'-f_0$ が增大するとともに方形波から速去り、 Φ' は r_0 の増大によってわずかながら減少する。また α を考慮する場合と $\alpha=1$ とする場合とは、同図の実線と点線が示す程度に相違する。



第 13 図 正方形受熱板入射束の波形 (計算)

上の例において、受熱板入射束基本調波の最大値 a_2 とチョッパの位置との関係は第 14 図に示すとおりで、 a_2 は ρ_0 が与えられるとき $f'-f_0$ が小さいほど大きく、また任意の $f'-f_0$ に対しては a_2 が最大となるべき ρ_0 が必ず存在する。 $\alpha=1$ とする近似解は、 α を考慮に入れる精密解にくらべて、 a_2 の値は一般にやや小さく、その相違は ρ_0 が小さくまた $f'-f_0$ が大きくなるにしたがって増大するが、実用の範囲内では

第 14 図 a_2 対 ρ_0 曲線の例 (正方形受熱板)第 15 図 a_2 の精密計算と近似計算の比較

最大 2~3% 程度に過ぎない。(第 15 図) また a_2 の受熱板単位面積あたりの値は、受熱板面積が小さいほど大きい。

(4.3) 方形受熱板の受熱板入射束と基本調波

(a) C 平面の放射束分布を一樣とする場合 ($\alpha=1$) 受熱板が方形 ($2l_1 \times 2l_2$) の場合の C 平面上における放射束分布の外形は、 $2L \times 2R$ の方形とその両端に接する半径 R の半円とからなる。(第 4 図)

$$\left. \begin{aligned} L &= l_1 - (f' - f_c) l_1 / f' \\ R &= l_2 + (f' - f_c) (r_m - l_2) / f' \end{aligned} \right\} \dots (23)$$

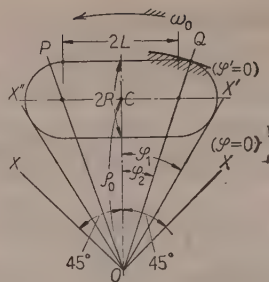
いま第 16 図において受熱板の長軸がチョツパの回転方向に平行する場合、チョツパ面の 1 辺が OX' から OQ (また OP から OX'') を通過する間の受熱板入射束は、正方形受熱板の場合にしたがって

$(45^\circ - \varphi_1) \leq \varphi \leq (45^\circ - \varphi_2)$ に対しては

$$A_1(\varphi) = \nu_c R^2 \left\{ -\frac{\cos(\varphi_2 + \varphi) - \sin(\varphi_2 + \varphi)}{2 \sin^2(\varphi_1 - \varphi_2)} \times \sqrt{\sin 2(\varphi_2 + \varphi) - \cos 2(\varphi_1 - \varphi_2)} + \cos^{-1} \left\{ \frac{\cos(\varphi_2 + \varphi) - \sin(\varphi_2 + \varphi)}{\sqrt{2} \sin(\varphi_1 - \varphi_2)} \right\} \right\} \dots (24)$$

$(45^\circ + \varphi_2) \leq \varphi \leq (45^\circ + \varphi_1)$ に対しては

$$A_3(\varphi) = \nu_c R^2 \left\{ -\frac{\cos(\varphi - \varphi_2) - \sin(\varphi - \varphi_2)}{2 \sin^2(\varphi_1 - \varphi_2)} \right.$$



第 16 図 チョツパによる方形受熱板入射束の断続

$$\times \sqrt{\sin 2(\varphi - \varphi_2) - \cos 2(\varphi_1 - \varphi_2)} + \cos^{-1} \left\{ \frac{\cos(\varphi - \varphi_2) - \sin(\varphi - \varphi_2)}{\sqrt{2} \sin(\varphi_1 - \varphi_2)} \right\} \dots (25)$$

次にチョツパが OQ から OP を通過する間の受熱板入射束は

$$\begin{aligned} A_2(\varphi) &= 2 \nu_c \rho_0 R \int_{45^\circ - \varphi_2}^{\varphi - (45^\circ - \varphi_2)} \sec^2(45^\circ - \varphi) d\varphi \\ &= 2 \nu_c \rho_0 R \left\{ \tan \varphi_2 - \frac{(\cos \varphi - \sin \varphi)}{(\cos \varphi + \sin \varphi)} \right\} \dots (26) \end{aligned}$$

したがってチョツパの 1 辺が OX から 90° 回転する間の受熱板

入射束 $A(\varphi)$

は、第 17 図

に示すとおり

この間を 5 区

分すると、第 3

表のようにま

とめられる。

ただし表中

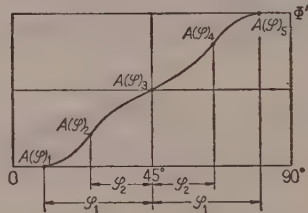
Φ' , Φ_1' および Φ_2' はそれぞれ

$$\Phi' = \gamma_m r_m'^2 \epsilon_r a J / f'^2 = \nu_c (\pi R^2 + 4 RL)$$

$$\Phi_1' = \pi R^2 \nu_c, \quad \Phi_2' = 4 RL \nu_c$$

次に受熱板入射束 $A(\varphi)$ の基本調波の最大値 a_2 は正方形受熱板の場合と同様 $A(\varphi)$ を級数に展開して、

$$\begin{aligned} a_2 &= \frac{4}{\pi} \int_{45^\circ - \varphi_1}^{45^\circ - \varphi_2} A_1(\varphi) \cos 2\varphi d\varphi \\ &+ \int_{45^\circ - \varphi_2}^{45^\circ + \varphi_2} \left\{ \frac{\Phi_1'}{2} + A_2(\varphi) \right\} \cos 2\varphi d\varphi \\ &+ \int_{45^\circ + \varphi_2}^{45^\circ + \varphi_1} \left\{ \Phi_2' + A_3(\varphi) \right\} \cos 2\varphi d\varphi \\ &+ \int_{45^\circ + \varphi_1}^{90^\circ} (\Phi_1' + \Phi_2') \cos 2\varphi d\varphi \end{aligned}$$



第 17 図 方形受熱板入射束の波形

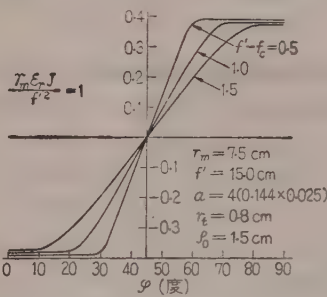
第 3 表 各区分の受熱板入射束関数

φ	$A(\varphi)$
$0 \leq \varphi \leq 45^\circ - \varphi_1$	$A(\varphi)_1 = 0$
$45^\circ - \varphi_1 \leq \varphi \leq 45^\circ - \varphi_2$	$A(\varphi)_2 = A_1(\varphi)$
$45^\circ - \varphi_2 \leq \varphi \leq 45^\circ + \varphi_2$	$A(\varphi)_3 = \varphi_1'/2 + A_2(\varphi)$
$45^\circ + \varphi_2 \leq \varphi \leq 45^\circ + \varphi_1$	$A(\varphi)_4 = \varphi_2' + A_3(\varphi)$
$45^\circ + \varphi_1 \leq \varphi \leq 90^\circ$	$A(\varphi)_5 = \varphi_1' + \varphi_2' = \Phi'$

$$= -\frac{4}{\pi} \left\{ \cos 2\varphi_2 \left\{ 1 - \frac{1}{2} \sin^2(\varphi_1 - \varphi_2) \right\} \frac{\pi R}{\pi R + 4L} \right. \\ \left. + (2\varphi_2 \cot \varphi_2 - 1) \frac{4L}{\pi R + 4L} \right\} \frac{\Phi'}{2} \dots (27)$$

(27) 式は光学系と熱電対ケースの構造上、次の条件を満足しなければならない。(i) $\varphi_1 \leq 45^\circ$ であること。すなわち $\rho_0 \geq \sqrt{2}R + L$, (ii) $\rho_0 + r_0 < r_m$ であること。すなわち $\rho_0 < \{(r_m - R)^2 - L^2\}/2(r_m - R)$, (iii) $f' - f_c > \text{チョツパが受熱板に接近しうる最短距離}$, (iv) $\rho_0 > \text{チョツパ回転軸が光軸に接近しうる最小間隔 } r_t$ したがって a_2 対 ρ_0 曲線のうち実際に適用される範囲が自ら限定されることは、前と同様である。

(b) 受熱板入射束の数値計算例 正方形受熱板の場合と同じ反射鏡 ($r_m = 7.5 \text{ cm}$, $f' = 15 \text{ cm}$), 同じ面積の方形受熱板 ($l_1 = 0.144 \text{ cm}$, $l_2 = 0.025 \text{ cm}$, $r_t = 0.8 \text{ cm}$) に対し, チョツパの位置 $f' - f_c$ がそれぞ



第 18 図 方形受熱板入射束の波形 (計算)

れ異なる場合の受熱板入射束を求めると, 第 18 図に示すような波形となる。チョツパが受熱板から遠ざかると, 分布の外形はその大部分が円形となり, 受熱板入射束は $2\varphi_2$ の間にわずかに不連続部分を残して正方形受熱板の場合に近づく。また, チョツパが受熱板に接近すると, 分布の外形は方形が大部分を占めて受熱板入射束は複雑な形をとるが, 近似的には台形波に近似する。また受熱板入射束基本調波の最大値 a_2 とチョツパの位置との関係は, 正方形受熱板の場合と同じ傾向を示し, その値は同じ面積の正方形受熱板の場合よりも小さい。

(4.4) 受熱板入射束基本調波の一般的表示 受熱板が正方形, 方形の各場合を通じ, 受熱板入射束の基本調波は一般に次式によって表わされる。

$$a_2 = -\frac{4\Gamma}{\pi} \cdot \frac{\Phi'}{2} \dots (28)$$

$$\{A(\varphi)\}_{n=1} = A_0 + a_2 \cos 2\varphi \\ = \frac{\Phi'}{2} - \frac{4\Gamma}{\pi} \frac{\Phi'}{2} \cos 2\varphi \dots (29)$$

この場合 $A(\varphi)$ は $OX(\varphi=0)$ を原点にとるから a_2 は負符号となり, また Γ は受熱板入射束の波形を表わす波形係数で, 波形が方形波の場合は 1 である。

たとえば受熱板が正方形の場合には

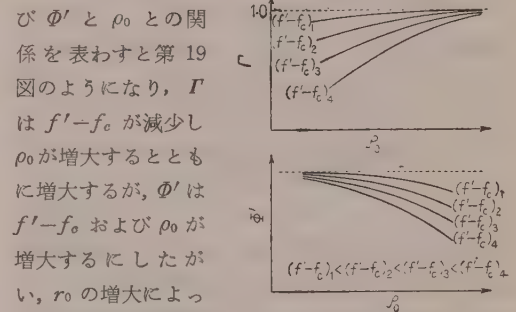
$$\Gamma = 1 - \frac{3}{10} \left\{ \frac{1 - \alpha^5}{1 - \alpha^3} \right\} \sin^2 \varphi_1 \quad (\alpha \neq 1) \dots (30)$$

$$\Gamma = 1 - \frac{1}{2} \sin^2 \varphi_1 \quad (\alpha = 1) \dots (31)$$

また受熱板が方形の場合には

$$\Gamma = \cos 2\varphi_2 \left\{ 1 - \frac{1}{2} \sin^2(\varphi_1 - \varphi_2) \right\} \frac{\pi R}{\pi R + 4L} \\ + (2\varphi_2 \cot \varphi_2 - 1) \frac{4L}{\pi R + 4L}, \quad (\alpha = 1) \\ \dots (32)$$

すでに述べたように上式の Γ および Φ' は, 反射鏡および熱電対が一定の場合いずれもチョツパの位置 (ρ_0 , $f' - f_c$) の関数である。いま $f' - f_c$ をパラメータにして Γ およ

第 19 図 Γ および Φ' と ρ_0 との関係

び Φ' と ρ_0 との関係を表わすと第 19 図のようになり, Γ は $f' - f_c$ が減少し ρ_0 が増大するとともに増大するが, Φ' は $f' - f_c$ および ρ_0 が増大するにしたがい, r_0 の増大によって一定値より次第に減少する。したがって Γ と Φ' の積に

5. 受熱板入射束による熱電対起電力

90° チョツパが定速度で放射束を断続する場合, 熱電対の受熱板入射束の波形は, 時間 t に関して一般に次式のように表わされる。

$$A(t) = A_0 + \sum_{n=1}^{\infty} a_{2n} \cos n\omega t, \quad (2\varphi = \omega t) \\ \dots (33)$$

いま熱電対の熱容量を C 、温接点の単位温度上昇あたりの熱損失を L とするとき、受熱板入射束 $A(t)$ を吸収して生じる熱電対温接点の温度上昇 θ について、次の方程式が成立することは周知のとおりである。

$$C \frac{d\theta}{dt} + L \cdot \theta = A_0 + \sum_1^{\infty} a_{2n} \cos n\omega t \dots (34)$$

この場合周囲温度を $T_1(^{\circ}\text{K})$ 、熱電対の実効表面積を A とすれば、放射、対流および伝導による熱損失 W は

$$W = \epsilon_r \sigma \{ (T_1 + \theta)^4 - T_1^4 \} A + k_1 \theta A + k_2 \theta \dots (35)$$

ゆえに

$$L = \frac{dW}{d\theta} \simeq 4\epsilon_r \sigma T_1^3 A + k_1 A + k_2, (T_1 \gg \theta) \dots (36)$$

L を θ に関して定数とみなせば、(34) 式は簡単な線形方程式となって容易に解くことができる。

$$\left. \begin{aligned} \theta &= \frac{A_0}{L} \left\{ 1 - e^{-\frac{L}{C}t} \right\} \\ &+ \sum_1^{\infty} \frac{a_{2n}}{\sqrt{L^2 + (n\omega C)^2}} \cos(n\omega t - \xi_n) \end{aligned} \right\} \dots (37)$$

$$\xi_n = \tan^{-1} \left(\frac{n\omega C}{L} \right)$$

また $t = \infty$ の定常状態における温度上昇 θ_{∞} は

$$\theta_{\infty} = \frac{A_0}{L} + \sum_1^{\infty} \frac{a_{2n}}{\sqrt{L^2 + (n\omega C)^2}} \cos(n\omega t - \xi_n) \dots (38)$$

いま熱電対の温度上昇 θ によって誘起する起電力 e が θ と常に直線関係にあるものと仮定すれば、上に求めた θ_{∞} から直ちに e_{∞} の式が誘導される。

$$e_{\infty} = \frac{kA_0}{L} + \sum_1^{\infty} \frac{ka_{2n}}{\sqrt{L^2 + (n\omega C)^2}} \cos(n\omega t - \xi_n) \dots (39)$$

A_0 は受熱板入射束の最大値 Φ' の $1/2$ であるから、 kA_0/L は Φ' によって到達する最終熱起電力 E_{∞} の $1/2$ に相当する。そして定常状態における交流分の波形は、入射束 $A(t)$ の波形と熱電対時定数 $\tau (= C/L)$ によっておのずから定まる。

すでに述べたとおり熱電対起電力を増幅する場合、通常基本調波を増幅の対象に設計されるから、増幅器出力電流は起電力 e の基本調波によって決定される。いま e の基本調波の最大値を E_m とすれば

$$E_m = \frac{ka_2}{\sqrt{L^2 + (\omega C)^2}} = \frac{k}{L} \frac{a_2}{\sqrt{1 + (\omega\tau)^2}} \dots (40)$$

k/L は受熱板入射束の最大値 Φ' によって誘起する最終起電力 E_{∞} と Φ' との比、すなわち単位入射束あたりの起電力 ($\mu\text{V}/\mu\text{W}$, V/W) であって、いわゆる熱電対の直流感度 S_d に相当する。

したがって上式から E_m はまた

$$E_m = \frac{S_d \cdot a_2}{\sqrt{1 + (\omega\tau)^2}} = \frac{4\Gamma}{\pi} \frac{S_d}{\sqrt{1 + (\omega\tau)^2}} \frac{\Phi'}{2} \dots (41)$$

これは受熱板入射束に対する熱電対起電力の基本調

波の最大値であって

a_2 に比例してチョ

ッパの位置 ($\rho_0, f' -$

f_c) の関数である

とともに、直流感度 S_d

に比例し、また回転

角速度 ω と時定数

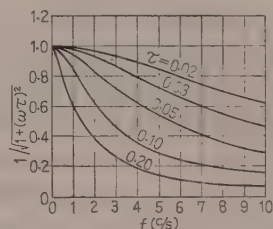
τ に関しては、第 20

図に示すとおりその

いずれも小さいもの

ほど大きい。

したがって各種受熱板の場合の熱電対起電力の最大値 E_m は (30)~(32) 式の波形係数 Γ と (7) 式の Φ' とから (41) 式によって求めることができる。



第 20 図 $\{1 + (\omega\tau)^2\}^{-1/2}$ 対 $f(\text{c/s})$ 曲線

6. 熱電対起電力の波形測定

(6・1) 起電力波形の測定 光学系に一定の反射鏡を使用する場合、誘起する熱電対起電力の波形は一般に熱電対 (S_d, τ)、受熱板 ($a, l_1/l_2$) およびチョッパ ($\rho_0, f' - f_c$) に関する諸元に支配される。

いまこれらの関係を実験的に確かめるため、次の各項について熱電対起電力の波形を測定する。(i) 起電力波形に対する時定数の影響、(ii) 受熱板が方形の場合の起電力波形に対するチョッパの位置の影響、(iii) 受熱板が正方形の場合の起電力波形に対するチョッパの位置の影響。

(6・2) 測定装置 以上の測定には、次の装置および器具を使用した。

(i) 反射鏡: $f=15.18\text{ cm}$, $r_m=7.15\text{ cm}$ の Al 蒸着の放物面鏡, (ii) 熱電対: 特性は第 4 表に示すとおり, (iii) チョッパ: Al 製 90° チョッパを使用し, ρ_0 を 1.77 cm に固定する。断続周波数は 5 c/s である, (iv) 電磁オシログラフ: 横河製 6 素子オシログラフの F 形バイブレータ (感度 $0.7\mu\text{A/mm}$, 内部抵抗 34.2Ω) を使用する, (v) 光源: 白熱電

第 4 表 熱電対の特性

項目	A	B	C
S_d ($\mu\text{V}/\mu\text{W}$)	2.44	0.60	1.48
τ (s)	0.024	0.010	0.048
R (Ω)	20.3	27.5	10.0
α (cm^2)	0.009	0.009	0.004
l_1/l_2	4.5	4.5	1.03

球 (ガス入り 100 W, 100 W または 300 W) をフォトベンチ上, 鏡面から 340~350 cm の距離におく。

(6・3) 測定結果および検討

(a) 測定結果 第 21 図のオシログラム No. 1 ~ No. 5 に示す。各測定時における条件は第 5 表のとおりである。

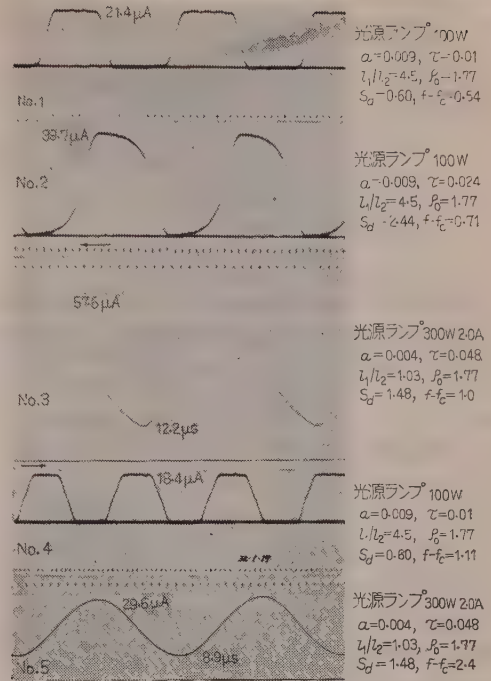
第 5 表 測定の各場合における既知条件

オシロ番号	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
項目					
熱電対の種類	B	A	C	B	C
ρ_0 (cm)	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77
$f'-f_c$ (cm)	0.54	0.71	1.00	1.11	2.40

(b) 検 討 (i) たとえば方形受熱板の場合 τ が 0.01 s 程度に小さくなると, 起電力波形は $\varphi=0$ および 90° の位置に対してほぼ対称となり, τ の影響はほとんど認められない。(No. 1) したがってこのような場合の起電力波形はまたこれと相似の受熱板入射束波形を表わす。 τ が 0.024 s に増大すると, 受熱板入射束に対する τ の影響が明らかに認められる。(No. 2) (ii) また正方形受熱板の場合 τ がさらに増大して 0.048 s 程度になると, 起電力波形における交流分の波高値は著しく減少して, 直流分よりもかえって小さくなる。(No. 3) (iii) 方形受熱板の場合チョッパの位置 $f'-f_c$ が 0.54 cm 程度に接近すれば (No. 1), 起電力波形に対して放射分布における方形部分の効果は明確に現われてこないが, $f'-f_c$ が 1.11 cm に増大すると (No. 4), $\varphi=45^\circ$ の位置でわずかながらその影響が判然と認められる。また正方形受熱板の場合, チョッパの位置を適当に選べば $\alpha=0.842$ となって, No. 5 の示すとおり起電力波形は正弦波となる。

7. 結 論

以上を要約すれば, 反射鏡を併用して放射入力を測定する場合の検出器の受熱板入射束を求める方法として, 一つの図式解法を提示し, これによって一定の放射入力に対する検出器起電力とその基本調波の式を誘導し, これらが一般に反射鏡, チョッパおよび検出器



第 21 図 起電力波形のオシログラム

に関する諸元の関数として表わされることを示した。

もし反射鏡および検出器が一定の場合は, 起電力の波形とその基本調波は, もっぱらチョッパの位置 ρ_0 および $f'-f_c$ のみに支配される。

たとえば起電力波形と $f'-f_c$ との関係が検出器時定数 τ によって異なることは, 実測のオシログラムによって明らかとなっており, これを常に方形波または台形波と仮定することの必ずしも妥当でないことがうなずかれる。また基本調波の最大値 E_m は ρ_0 の値にかかわらず常に $f'-f_c$ が小さいほど大きい。しかし検出器の構造上チョッパが受熱板に接近できる距離には, おのずから限界がある。もし $f'-f_c$ がこの限界内で適当の値に定められると, これに対して α_2 したがって E_m を最大にする ρ_0 が必ず存在し, その値は (20) 式によって決定される。そしてチョッパの位置 ρ_0 および $f'-f_c$ が定まれば, これより φ' および Γ を求め, さらに (41) 式によって最大の E_m を求めることができる。

本編は, 筆者が電力中央研究所に在職中実施した赤外線標定による表面温度の遠隔測定に関する研究の一部であって, 研究の実施にあたりごべんたつとご指導をいただいた同研究所理事大山松次郎先生に対して厚く謝意を表する。(昭和 34 年 8 月 14 日受付)

文 献

- (1) 重台: 昭 32 連大 554
- (2) 重台: 昭 33 連大 708

UDC 621.318.134.029.64: [538.213+537.226.2].096

マイクロ波におけるフェライト定数の温度特性*

資料・論文

35-51

正員 岡 田 文 明†

1. は し が き

外部静磁界が加えられたフェライトがマイクロ波回路に置かれた場合の動作は、現象論的にテンソル透磁率 $[\mu_T]$ ，誘電率 ϵ で論じられる。⁽¹⁾

$$[\mu_T] = \mu_0 \begin{pmatrix} \mu - j\alpha & 0 \\ j\alpha & \mu & 0 \\ 0 & 0 & \mu_z \end{pmatrix}$$

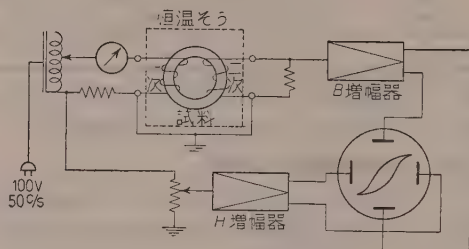
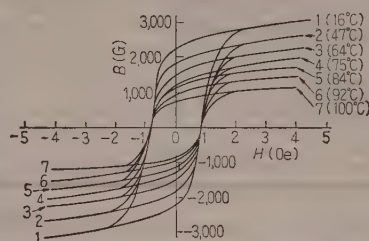
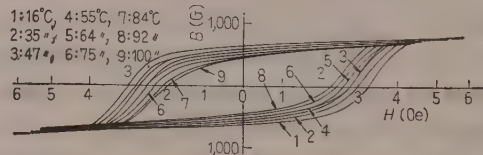
最近のようにフェライトがマイクロ波実用機器として使われるようになると、キュリー点が比較的低い(80~300°C)ため周囲温度による特性変化が問題となる。⁽²⁾ また、高電力マイクロ波回路に使用する場合には、温度特性が重要な要素となることはすでに指摘した。⁽³⁾

フェライト定数の温度特性としては、現在までのところ導波管で吸収のみを測ったもの、⁽⁴⁾⁽⁵⁾ 非縮退空洞で $\mu^2 - \alpha^2/\mu$ 、 μ_z の実数部のみを測ったもの⁽⁶⁾などが発表されている程度で、実用上重要なテンソルの各成分についての測定は行われていないようである。筆者は、縮退空洞を使用して $[\mu_T]$ の各成分の温度特性を測定する方法に関し先にその一部を報告したが、⁽⁷⁾⁽⁸⁾ その後の結果をまとめ測定方法、装置の構成、測定されたマイクロ波温度特性と直流特性の比較などについて報告し、諸賢のご参考に供したいと思う。

2. 直流定数の温度特性

フェライトのマイクロ波特性はその直流定数，特に飽和磁化 $4\pi M_s$ に左右されることが予想されるので，最初に簡単に定数の求め方，測定値について述べる。

(2.1) $B-H$ 曲線の温度特性 第1図のような $B-H$ 直視装置を作り 50 c/s で測定した。一次コイル電流を H 軸に二次誘起電圧を B 軸にとり，ブラウン管上に直視させた。試料として断面が 6×6 mm，平均半径 12.5 mm のリング状試料を作り，一次約 10 巻，二次約 1,000 巻程度をホルマル銅線で巻いた。試料は様にかくはんした絶縁油の中に入れ，常温から

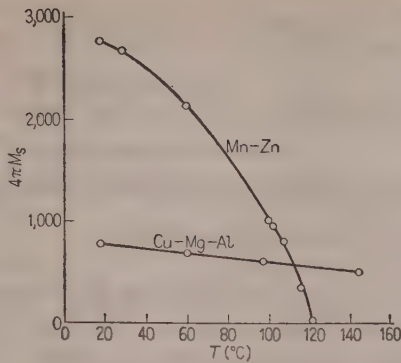
第1図 $B-H$ 直視装置第2図 Mn-Zn 系の $B-H$ の温度特性第3図 Cu-Mg-Al 系の $B-H$ の温度特性

100°C まで変化させた。なお $4\pi M_s$ は正確を期するため磁束計法により 150°C まで求めた。両者の値は 5% 以内で一致している。

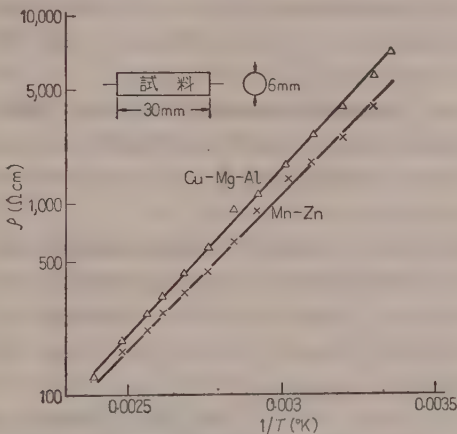
第2図は Mn-Zn 系，第3図は Cu-Mg-Al 系の測定値である，Mn-Zn 系では保磁力 H_c は 16~100°C に対し 0.8 Oe ではほぼ一定であるが，飽和磁気 B_s または残留磁気 B_r はかなりの変化をする。Mn-Zn 系にくらべ，Cu-Mg-Al 系では常温の H_c は 3 Oe で約 4 倍， B_s は 807 Oe で約 1/3 となる。 H_c ， B_s ともに温度で変化するが B_s の変化は少ない。マイクロ波特性には共鳴理論式⁽¹⁾から $4\pi M_s$ がもっとも影響することが予想されるので，第4図にその温度特性を示した。Mn-Zn 系では 121°C で常温の約 1/100 となりキュリー点とみなせる点が得られるが，Cu-Mg-Al 系では，この範囲で 20% 程度の変化でキュリー点は比較的高い(約 300°C)ところにあると思われる。

* Temperature Characteristics of Ferrite Constants in Microwave. By F. OKADA Member (Department of Electrical Engineering, Defense Academy).

† 防衛大学校電気工学教室講師，無線機器学担当

第 4 図 $4\pi M_s$ の温度特性

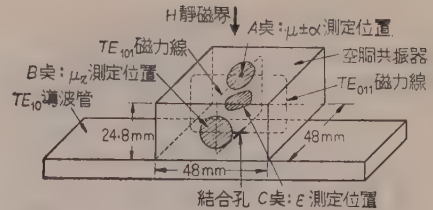
(2・2) 直流抵抗の温度特性 長さ約 30 mm, 半径約 3 mm の丸棒試料の両端に銀膜を焼つけて電極を作り, さらに試料全体を $10^8 \Omega \text{cm}$ の絶縁塗料で包んで恒温そう内に入れ, 電圧 6 V のときの電流を温度に対して求めることにより直流抵抗を測定した。第 5 図はその測定値である。固有抵抗は 24°C で, Cu-Mg-Al 系 6,730 Ωcm , Mn-Zn 系 4,460 Ωcm であり, 普通 $10^3 \sim 10^4 \Omega \text{cm}$ といわれている値に一致している。両者とも固有抵抗の対数をとったものは $1/T (^\circ \text{K})$ に対し直線的变化を示し, 半導体の特徴がよく表われている。



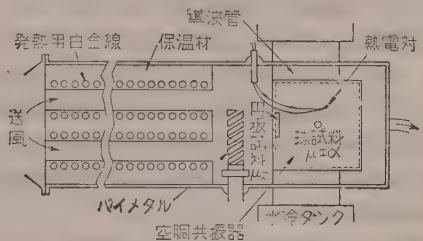
第 5 図 直流抵抗の温度特性

3. マイクロ波温度特性の測定法

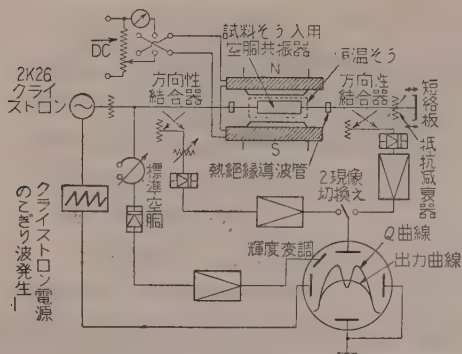
(3・1) 測定原理および測定装置 本質的には常温における $[\mu_T]$, ϵ の測定法⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾と同じで, 縮退空洞の中に微小試料をそう入した場合の共振周波数の変化 δf と Q の変化 δQ を測定し, 摂動論から導かれた測定式を使って定数を算出する。ただ温度特性の測定においては, 空洞が加熱容易な構造であること, 加熱による空洞定数の変化がきわめて少ないことなど

第 6 図 $TE_{101}, 011$ 空洞共振器および励振法

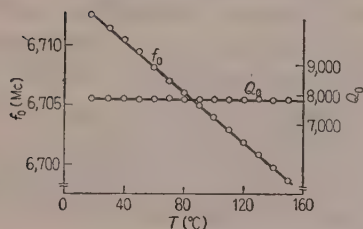
の注意が必要となる。第 6 図に使用空洞の原理図を示す。これは $TE_{101}, 011$ 方形縮退空洞で, A 点に円板または球試料を置いた場合には TE_{101} と TE_{011} の磁力線は直交し, おのおの外部静磁界 H と直交しているの $\mu \pm \alpha$ が測定できる。B 点に円板試料を置くと TE_{101} の磁力線は外部静磁界 H と平行になっているので μ_z が測定でき, C 点では TE_{101} の電界のみが試料に平行に存在するので ϵ が測定できる。 $\mu \pm \alpha$ の測定には TE_{101} モードと TE_{011} モードを等振幅 $\pi/2$ 位相差で励振する必要があるので, 図のように TE_{10} 導波管上の円偏波点に切ったスリットにより励振した。この励振法は通常の誘電体を使用し, $\pi/2$ 位相区間を作って行う方法に比較して構造が簡単であるとともに誘電体を使わないので加熱に適している。棒試料は $TE_{101}, 011$ 空洞と同様な構造, 励振機構の TM_{120} , TM_{210} 空洞で測定した。空洞の加熱にあたっては温度上昇にしたがって空洞が変形し, 縮退がくずれると大きな誤差⁽¹⁰⁾ となるので注意を要する。第 7 図に空洞加熱用恒温そうを示す。この方法では加熱された空気が空洞の周囲を一樣に加熱するようになっている。なお温度は空洞壁に取り付けられた熱電対で読み, 変動は $\pm 0.5^\circ \text{C}$ (短時間 10~20 min に対しては $\pm 0.25^\circ \text{C}$) 以内に保ちうる。空洞と導波管の接合部の導波管には, 水冷タンクを付けて熱伝導を防いだ。測定装置は第 8 図に示すように, 常温における測定装置に類似なもので, クライストロンを周波数変調することにより, 空洞の Q をブラウン管上に直視できるようにになっている。この測定においては次の点が改良された。



第 7 図 空洞共振器加熱装置



第8図 測定装置

第9図 空腔の共振周波数 f_0 および Q_0 の温度による変化

すなわち、空腔の後方に可変減衰器と短絡板を置き、 $\mu \pm \alpha$ の測定時には可変減衰器の減衰量を 30 dB 程度とし、空腔の出力端から短絡端を見た場合無反射の状態にして、 TE_{101} および TE_{011} の両方を $\pi/2$ 位相で励振できるようにする。一方 μ_z , ϵ の測定時には減衰量を零とし、短絡板の位置をスリットから $n\lambda_0/2$ のところに置いて TE_{101} のみを励振する。

第9図に $TE_{101, 011}$ 空腔の共振周波数 f_0 および Q_0 の温度による変化を測定したものを示す。 f_0 は 18 ~ 150°C で約 14 Mc 変化するが、直線的変化で縮退の分離がみとめられないので、この範囲で空腔は一様に加熱されていることがわかる。 Q_0 の変化は $\pm 3\%$ 以内で測定誤差内の値である。この結果からこの空腔が温度特性測定用空腔として使用可能であることを認定した。 $TM_{120, 210}$ 空腔も同様にして検定した。

(3.2) 測定式 測定式は常温の場合と同じで振動論的立場から導かれたものである。これらの式の誘導、検定(装置誤差を含めて)については別に述べた。⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾ 通常測定に使用する大きさの円板試料 ($r_0 \approx 6$ mm, $z \approx 0.15$ mm), 球試料 ($r_0 \approx 0.5$ mm), 細棒試料 ($r_0 \approx 0.35$ mm) では、使用空腔の寸法を考慮すると振動式は簡単に次のようになる。

$TE_{101, 011}$ 空腔による $\mu \pm \alpha$ の測定式 (円板, 球試料)

$$\left. \begin{aligned} -2 \frac{\delta f_{\pm}}{f_0} &= 1.605 \{ (\mu' - 1) \pm \alpha' \} A_1 \frac{v}{V} \\ \left(\frac{1}{Q_{L\pm}} - \frac{1}{Q_0} \right) &= 1.605 \{ \mu'' \pm \alpha'' \} A_1 \frac{v}{V} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (1)$$

$TE_{101, 011}$ 空腔による μ_z の測定式 (円板試料)

$$\left. \begin{aligned} -2 \frac{\delta f}{f_0} &= 0.4215 (\mu_z' - 1) B_2 \frac{v}{V} \\ \left(\frac{1}{Q_L} - \frac{1}{Q_0} \right) &= 0.4215 \mu_z'' B_2 \frac{v}{V} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2)$$

$TE_{101, 011}$ 空腔による ϵ の測定 (円板試料)

$$\left. \begin{aligned} -2 \frac{\delta f}{f_0} &= 4 (\epsilon' - 1) C_3 \frac{v}{V} \\ \left(\frac{1}{Q_L} - \frac{1}{Q_0} \right) &= 4 \epsilon'' C_3 \frac{v}{V} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (3)$$

$TM_{120, 210}$ 空腔による $\mu \pm \alpha$ の測定 (棒試料)

$$\left. \begin{aligned} -2 \frac{\delta f_{\pm}}{f_0} &= 3.2 \{ (\mu' - 1) \pm \alpha' \} \frac{v}{V} \\ \left(\frac{1}{Q_{L\pm}} - \frac{1}{Q_0} \right) &= 3.2 \{ \mu'' \pm \alpha'' \} \frac{v}{V} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (4)$$

(1)~(4) 式で、 f_0 , Q_0 , f , Q_L はおのおの試料そう入前後の空腔の共振周波数および Q である。 $\delta f = f - f_0$, v/V は試料の空腔に対する体積比である。 A_1 , B_2 , C_3 は試料と空腔の寸法比から定まる数で、使用円板試料では $A_1 = 0.98$, $B_2 = 0.93$, $C_3 = 0.98$, 球では $A_1 = 1$ である。⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾

(3.3) 温度特性に特有な誤差 温度特性の測定に特有な誤差としては、測定中の温度変動によるものと指示温度が真の温度と異なるために生ずるものの二つが考えられる。

測定に使用した恒温器では通常の測定時間に対し $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 以内の変動であり、測定温度の確度は $\pm 2^\circ\text{C}$ と考えられる。本測定では以下のように測定を行うことにより誤差を少なくするようにした。(i) μ_z' を測定する場合、 μ_z' が H の充分大きなところで 1 となることを利用して各温度における測定値を補正し、測定中の温度変動だけによる誤差とした。(ii) 虚数部の測定においては半値幅測定時の温度変動が問題となるが、測定時間が 30 s 程度と考えられるので温度変動 $\Delta t \leq 0.1^\circ\text{C}$ と考えられ、誤差は無視してよい。(iii) 上記の理由から測定にあたってはまず δf の測定を H に対し行って実数部の測定時間の短縮を図り、 $\Delta t \leq 0.25^\circ\text{C}$ の変動内に押えるようにした。(iv) $\mu' \pm \alpha'$ の測定においては、 $H = 0$ のときの測定値を μ_z' の $H = 0$ の測定値から球, 円板, 棒試料に対し算出した値と一致するようにしてやれば測定中の温度

変動だけによる誤差となる。以上のように、 $\mu_z, \mu \pm \alpha$ の測定における誤差としては、温度変動 $\Delta t \leq 0.25^\circ\text{C}$ のみの誤差となる。

いま Δt の変動がある場合の測定値の変動 $\Delta\mu_z$ 、 $\Delta\mu \pm \alpha$ は次式となる。(付録参照)

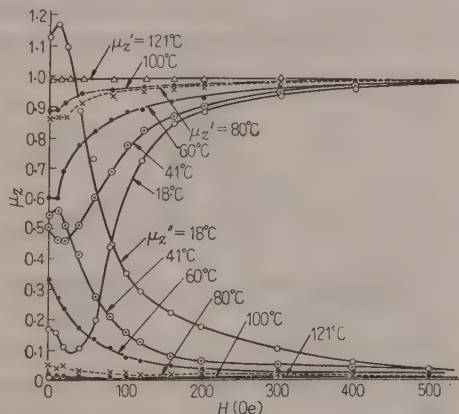
$$\frac{\Delta\mu_z}{\mu_z} = -\frac{\Delta f_0}{f_0} + \frac{\Delta V}{V} - \frac{\Delta v}{v} + \frac{\Delta\delta f}{\delta f} \sim \frac{f_0 a \Delta t}{\delta f} \quad \dots\dots\dots (5)$$

a は空洞の膨張係数で第 9 図から $a \approx 0.155 \times 10^{-4}$ となる。 $\Delta t \leq 0.25^\circ\text{C}$ の場合には $\Delta\mu_z/\mu_z$ は 5% 以内となり、実用上さしつかえない値となる。 $\Delta(\mu \pm \alpha)$ に対しても同一形式を示す式となる。 ε の測定においては、以上のような補正が行えないので $\pm 2^\circ\text{C}$ による誤差ははいるが、 ε' の値が大きい (摂動が大きい) ため、誤差としては $\pm 5\%$ 以内となるので心配ない。

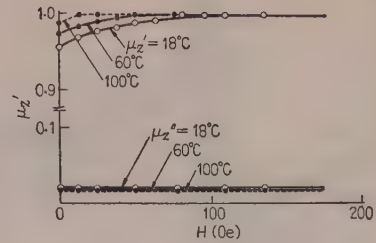
4. 測定結果および考察

(4.1) μ_z の測定値 Mn-Zn 系試料による測定値を第 10 図に示す。常温においては外部磁界 $H=0$ で μ_z' は 0.17 となり 1 よりかなり小さく、 H を増加するとともに大きくなり、約 500 Oe で 1 となる。 $\mu_z'=1$ ということは磁化ベクトル M の ω 成分が H 方向に対し零とみなせることを意味する。この $\mu_z'=1$ に対する磁界の大きさは Mn-Zn 系の飽和磁界 1.8 Oe (第 2 図) にくらべ非常に大きい。また μ_z'' は零磁界において 1.13 と大きな値を示し H の増加とともに減少する。温度の上昇につれて一定の H に対する μ_z' の値は増加する。すなわち零外部磁界における μ_z' は 41°C で 0.5, 80°C で 0.87, 100°C で 0.9 と徐々に 1 に近づき、さらに 121°C ではほとんど 1 となり、 H に対する変化はなくなってくる。

一方損失項 μ_z'' はこれと対照的に温度の高いもの



第 10 図 Mn-Zn 系試料, μ_z の温度特性



第 11 図 Cu-Mg-Al 系試料, μ_z の温度特性

ほど小さな値から出発し、 100°C では常温の $1/40$ となる。なお、この図から、常温で H の変化に対して生じた μ_z' , μ_z'' の山が、温度上昇につれて零磁界方向に移動していることがわかる。これは μ_z が 7,000 Mc 帯でかなりの分散を起して、温度により M_s または異方性磁界が変化し、分散の様子が違ってくるためと思われる。Cu-Mg-Al 系の測定値では第 11 図に示すように温度による変化は少なく、 μ_z が 1 になる H の値は 100 Oe で、Mn-Zn にくらべ約 $1/5$ となる。このことは第 3 図に示したように M_s およびその変化が小さく、分散があまり生じていないためと考えられる。

(4.2) ε の測定値 第 5 図に示した直流抵抗は温度によりかなりの変化をしているが、7,000 Mc における ε の温度特性は測定温度 (常温 $\sim 150^\circ\text{C}$) に対してほとんど変化なく Mn-Zn 系で $\varepsilon'=9.6 \pm 4\%$, $\varepsilon''=0.75 \pm 8\%$, Cu-Mg-Al 系 $\varepsilon'=11.09 \pm 4\%$, $\varepsilon''=0.29 \pm 8\%$ である。

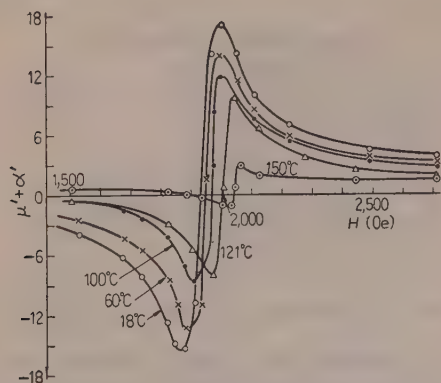
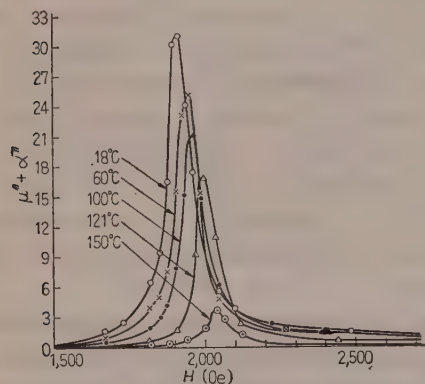
(4.3) $\mu \pm \alpha$ の測定 外部静磁界 H に対して試料が軸対称の場合には反磁界係数は $N_x=N_y=N$ となり、共鳴理論式⁽¹⁾は次のようになる。

$$\mu' \pm \alpha' = 1 + \frac{4\pi M_s \{H + (N - N_z) 4\pi M_s \mp H_0\}}{\{H + (N - N_z) 4\pi M_s \mp H_0\}^2 + (\Delta H/2)^2} \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$\mu'' \pm \alpha'' = \frac{4\pi M_s \Delta H/2}{\{H + (N - N_z) 4\pi M_s \mp H_0\}^2 + (\Delta H/2)^2} \quad \dots\dots\dots (7)$$

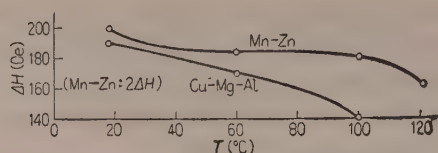
ただし、 ΔH : 半値幅

球試料の場合には $N=N_z$ となるので、上式から共鳴時の外部磁界 $H_r=H_0$ となる。 H_0 は角周波数 ω と Gyromagnetic 比 γ との比 ω/γ で与えられる定数である。このように H_r が直接に M_s に左右されないため、まず球試料について測定を行った。Mn-Zn 系球試料による測定値の $\mu' + \alpha'$ を第 12 図に、 $\mu'' + \alpha''$

第12図 Mn-Zn 系球試料, $\mu' + \alpha'$ の温度特性第13図 Mn-Zn 系球試料, $\mu'' + \alpha''$ の温度特性

を第13図に示す。 H_r は温度を18°Cから150°Cまで高くするにつれて、1,920 Oeから2,045 Oeまで増加した。 $H_r = \omega/\gamma$ の式からは温度により H_r は変わらないはずであるが、実験では H_r は変化している。これは静磁界としていま外部磁界 H だけを考えたがフェライト内部にはこのほかに異方性から生ずる磁界 H_{ani} および試料のPorosityのために生ずる H_{poros} が共存するので、球に対する共鳴の式は $\omega = \gamma(H_r + H_{ani} + H_{poros}) = \gamma_{eff}H_r$ となり、 $\gamma = e/2mcg$ が温度ではほとんど変化しなくても、 H_{ani} , H_{poros} が温度で変化し、したがって実効 γ_{eff} が変化したためと思われる。また H_{ani} , H_{poros} は $4\pi M_s$ の関数であるので、結局 γ_{eff} の温度変化は $4\pi M_s$ に起因すると考えられる。

次に $(\mu'' + \alpha'')_{max}$ は常温の値31から温度上昇につれて減少するが、その割合は、第4図の $4\pi M_s$ の温度変化から予想されるよりもゆるやかである。またキュリー点と考えられた121°Cにおいてもかなりの大きさを示し、150°Cになって常温の値の約1/10となる。これらの原因としては、(7)式から $(\mu'' + \alpha'')_{max} = 8\pi M_s/\Delta H$ の関係があり $4\pi M_s$ が温度により減少する

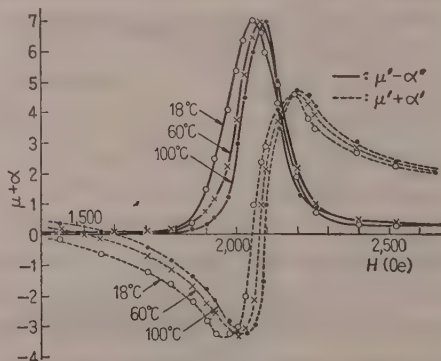
第14図 ΔH の温度特性

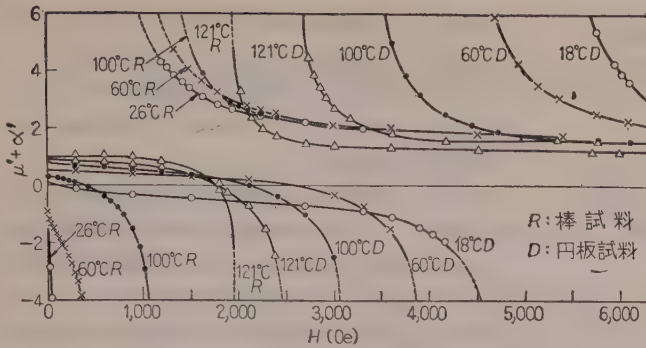
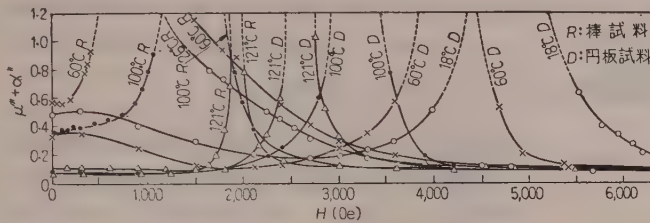
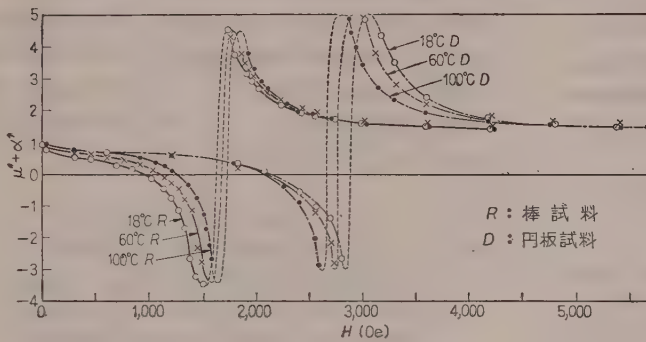
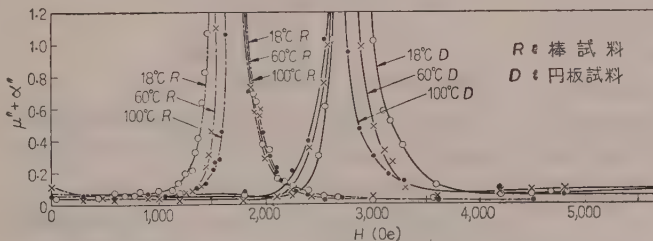
と同時に、第14図のように ΔH が小さくなることや常磁性共鳴の影響などが考えられる。なお直流から求めたキュリー点と $(\mu'' + \alpha'')_{max}$ が微小になる温度との間に差異があることは、Sensiper氏が導波管で吸収を求めた実験においても認められている。⁽⁵⁾

また第13図を共鳴吸収形単向管への利用という観点からみると、 $H = 1,920$ Oeにおいて常温では $\mu'' + \alpha'' = 31$ であるが、温度が120°Cに上昇すると $\mu'' + \alpha'' = 1.5$ と下がり機能を失う。この場合でも H を2,000 Oeと変化させてやれば $\mu'' + \alpha'' = 16$ となり使用できる。すなわち、温度により外部磁界を補正できるようにしてやれば、ある温度範囲まで使用できることがわかる。第12図の $\mu' + \alpha'$ についても同様なことがいえる。これらのことは共鳴吸収や電界偏位などの実用機器の温度特性の改善を考える場合に重要である。

Cu-Mg-Al系の $\mu + \alpha$ の測定値を第15図に示す。Cu-Mg-Al系試料でも H_r の温度による変化 ΔH の減少はMn-Zn系の場合と同じ傾向を示しているが、 $(\mu'' + \alpha'')_{max}$ の値はほとんど同一の値をとっている。これは、第4図に示したように、Cu-Mg-Al系では、 $4\pi M_s$ の温度変化が小さいことおよび ΔH の減少と $4\pi M_s$ の減少の間に先に記したような関係があり、 $(\mu'' + \alpha'')_{max}$ が一定となっていると解釈できる。

次に円板および棒試料の測定値について述べる。円板、棒試料では体積が大きいので Q が低下し、1,000以下となるので共鳴全域での測定は行えないが、測定可能範囲での精度はよい。また通常の実用機器では共鳴吸収形を除いて共鳴点付近で使用しないのでこの測定

第15図 Cu-Mg-Al 系球試料, $\mu + \alpha$ の温度特性

第 16 図 Mn-Zn 系棒, 円板試料, $\mu' + \alpha'$ の温度特性第 17 図 Mn-Zn 系棒, 円板試料, $\mu'' + \alpha''$ の温度特性第 18 図 Cu-Mg-Al 系棒, 円板試料, $\mu' + \alpha'$ の温度特性第 19 図 Cu-Mg-Al 系棒, 円板試料, $\mu'' + \alpha''$ の温度特性

で充分である。Mn-Zn 系試料に対する $\mu' + \alpha'$, $\mu'' + \alpha''$ の測定値を第 16 図および第 17 図に示す。

棒試料の $\mu' + \alpha'$ は常温付近 (18~26°C) で弱磁界を加えると急激に小さな値となる。一方 $\mu'' + \alpha''$ は

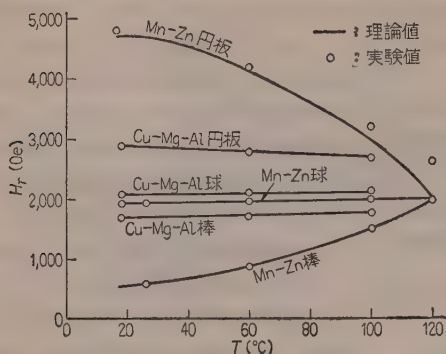
$\mu\alpha$ の値からわかるように、零磁界で 1.1 と大きな値を示し、ただちに共鳴域にはいる。温度の上昇とともに正規の共鳴曲線の形をとるようになり、共鳴磁界 H_r ははだいに H_0 の方向に移動している。また温度上昇とともに ΔH の小さくなる様子が明らかにみられる。

次に円板試料では温度上昇にしたがってやはり ΔH は小さくなり H_r は H_0 の方向に移動するが、その方向は反対である。また 60°C 付近まで認められた 500 Oe 付近の低磁界損は 100°C 近くになると消滅する。なお一定磁界での $\mu + \alpha$ の値は円板の場合温度とともに大きく変化するがこれは H_r がもっとも $4\pi M_s$ の変化に左右されるためである。

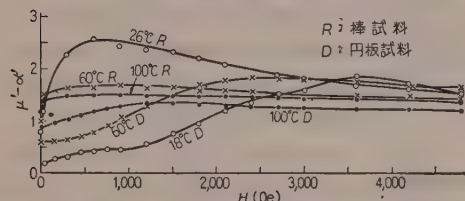
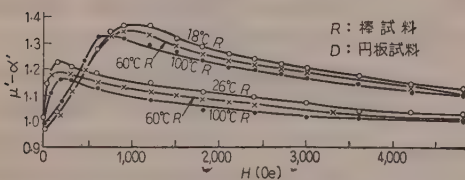
Cu-Mg-Al 系の $\mu' + \alpha'$ を第 18 図, $\mu'' + \alpha''$ を第 19 図に示す。この試料は分散が小さいので、 $\mu' + \alpha'$ はほとんど全域が測定された。棒, 円板ともに H_r の温度による変化は Mn-Zn 系の場合と同一傾向を示すが変化量は少ない。また棒試料では $\mu' + \alpha'$, $\mu'' + \alpha''$ とともに H_r より小さい磁界のところで温度変化が大きく、これに反し円板試料では両者とも H_r より大きな磁界のところで変化が大きい。これは H_r の移動と ΔH の変化の結果と考えられる。また棒試料の $\mu' + \alpha'$ の曲線が円板の曲線にくらべ幾分下がり、先端の鋭さが逆になっているのは、球の場合の共鳴曲線が理論式で示されるものと多少ずれているためと思う。

第 20 図に球試料の温度に対する $H_r = H_0$ の値を使用し、(6), (7) 式から与えられる棒の $H_r = H_0 - 2\pi M_s$ 円板の $H_r = H_0 + 4\pi M_s$ の式 (Kittel の式) に第 4 図の $4\pi M_s$ を代入して求めた理論曲線と、第 15 図~第 18 図の実験から求めた値との比較を示す。これらの値はかなりよく一致していて、温度上昇の場合にも以上のようにその温度における球

から実験的に求めた H_0 の値を代入すれば、共鳴式が使えることを示している。また (6), (7) 式は棒, 円板の $\mu\pm\alpha$ が球の測定値を共鳴の位置だけ移動すれば得られることを示しているが、この実験では定性的に



第 20 図 共鳴磁界の理論値との比較

第 21 図 Mn-Zn 系棒、円板試料 $\mu' - \alpha'$ の温度特性第 22 図 Cu-Mg-Al 系棒、円板試料、 $\mu' - \alpha'$ の温度特性

式が使えるという結果しか得られなかった。棒試料ではフェライトが完全に磁化されないうちに共鳴にはいることも考えられるので、当然磁気飽和を仮定して導かれた(6),(7)式の理論式は適用できない。次に $\mu' - \alpha'$ の測定値を Mn-Zn 系は第 21 図、Cu-Mg-Al 系は第 22 図に示す。棒、円板試料とも温度上昇により一定磁界に対する値は減少するが、Mn-Zn 系の円板の場合には零磁界での分散が大きいため、弱磁界では温度上昇とともに値は 1 に近づく。また極点は温度上昇とともに弱磁界の方向に移動している。 $\mu'' - \alpha''$ の温度による変化は Mn-Zn の零磁界付近 (μ'') と同様の変化を除きほとんど見られなかった。

5. 結 言

以上、方形縮退空洞を使い、7 kMc 帯におけるフェライトのテンソル透磁率および ε の温度特性の測定について測定方法と結果を述べたが、要約すると

(1) μ_z は $TE_{101,011}$ 空洞内に円板試料をそう入

して測定した。Mn-Zn 系では温度に対しかなりの変化を示し、Cu-Mg-Al ではほとんど変化はない。

(2) ε は $TE_{101,011}$ 空洞に円板試料をそう入して測定した。150°C までは Mn-Zn, Cu-Mg-Al ともに温度による変化は見られない。

(3) $\mu \pm \alpha$ は円板、球試料の場合は $TE_{101,011}$ 空洞で測定し、棒試料の場合は $TM_{120,210}$ 空洞で測定した。Mn-Zn, Cu-Mg-Al ともに同様な温度変化を示すが、Mn-Zn のほうが変化が大きい。

(4) 直流定数の測定値を使うことにより、共鳴理論から若干の考察を行い、共鳴磁界を与える式(Kittel の式)はキュリー点付近の温度まで取り扱えること、共鳴曲線を示す式は球、円板、棒の形状に対し各温度における ΔH , γ_{eff} の値を使えば定性的に成立することを示した。

これから一応マイクロ波帯におけるフェライトの温度特性が明らかになり、周囲温度の変化する場合および高電力回路に使用する場合などの重要な資料を提供したと思う。なお Ni-Zn 系フェライトについては述べなかったが、温度特性は Mn-Zn, Cu-Mg-Al 系両者の中間的傾向を示した。

終りに終始ご指導された本学長谷川、早大岩片両教授はじめ、低周波数定数の測定を援助された本学岡崎助教授、入道氏、試料をいただいた TDK 徳江、石野両氏、実験に協力を受けた五十嵐、千野両君に感謝の意を表する。(昭和 34 年 9 月 2 日受付)

文 献

- (1) B. Lax: Proc. Inst. Radio Engrs **44**, 1368 (1956)
- (2) シンポジウム予稿(4) 通信学会全国大会(昭 33-10)
- (3) 長谷川・岡田: 昭 33 通信学会全国大会 149
- (4) B. J. Duncan & L. Swern: J. appl. Phys. **27**, 209 (1956)
- (5) S. Sensiper: Proc. Inst. Radio Engrs **44**, 1323 (1956)
- (6) J. Nematich & J.C. Cacheris: J. appl. Phys. **29**, 780 (1958)
- (7) 岩方・清水・岡田: 昭 32 連大 678
- (8) 岡田: 昭 34 連大 811
- (9) 岡田: 電気通信学会専門委員会資料(昭 34-4)
- (10) 岡田: 信学誌 **42**, 758 (昭 34)

付 録

温度特性測定における誤差, (5) 式

(2) 式から (5) 式の $\Delta \mu_z$ を与える式が算出できる。 $\Delta f_0, \Delta V, \Delta v, \Delta \delta f$ は Δt による $f_0, V, \delta f$ の変化である。 $\Delta f_0/f_0 = a \Delta t$, $\Delta V/V = 3a \Delta t$ は $\Delta t \leq 2^\circ\text{C}$ ではほとんど無視してよい。またフェライトの線膨張係数 $a' \approx 10^{-5}$ 程度であるから、その体積変化率 $\Delta v/v = 3a' \Delta t$ も省略できる。次に $\Delta \delta f = \Delta f - \Delta f_0$ で与えられ、 Δt が 2°C 以内では一般にフェライトの定数は変化がきわめて少ないと考えられるので、 Δf の変化は無視してよいので $\Delta f_0 \approx f_0 a \Delta t$ となる。したがって $\Delta \mu_z / \mu_z \approx f_0 a \Delta t / \delta f$ を得る。

UDC 621.313.333.2:621.3.016.1

かご形誘導電動機の起動過渡トルクの解析*

資料・論文

35-52

正員 竹内寿太郎†

かご形誘導電動機の起動過渡トルクについては多くの先輩によって実験され、起動の初めには非常に大きい振動トルクが発生することが知られている。

最近、山村氏⁽¹⁾は巧妙な装置によって起動過渡トルクを実験され、かつ計算機による解析を行われた。Wahl氏⁽²⁾は拘束状態における振動トルクについて数学的解析を行われ、また Gilfilan氏⁽³⁾は一定速度の場合の過渡トルクの解析を行われているが、その定数が明確でないと、山村氏は評されている。

著者はかつて誘導電動機の過渡現象について論じたが、⁽⁴⁾過渡トルクにまではおよばなかった。ここで改めて、多軸行列法にラプラス変換を適用することによって、誘導電動機の過渡現象を論じ、起動加速中の過渡トルクの近似解を得たのでその要旨を発表する。

1. 誘導電動機の加速中における電圧方程式と瞬時トルクの表式

誘導電動機が多軸行列法による電圧方程式⁽⁵⁾〔零相を除いて〕

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{|c|c|c|c|c|}
 \hline
 e_{11}(t) & Z_{1(p)} & & \frac{3}{2}Mp\epsilon^{j\theta} & \\
 \hline
 e_{12}(t) & & Z_{1(p)} & & \frac{3}{2}Mp\epsilon^{-j\theta} \\
 \hline
 & \frac{3}{2}Mp\epsilon^{-j\theta} & & Z_{2(p)} & \\
 \hline
 & & \frac{3}{2}Mp\epsilon^{j\theta} & & Z_{2(p)} \\
 \hline
 \end{array}
 =
 \begin{array}{|c|c|c|c|c|}
 \hline
 i_1^1(t) & & & & \\
 \hline
 i_1^2(t) & & & & \\
 \hline
 i_2^1(t) & & & & \\
 \hline
 i_2^2(t) & & & & \\
 \hline
 \end{array}
 \dots\dots\dots (1)
 \end{array}$$

ただし、 $Z_{1(p)} = R_1 + (l_1 + \frac{3}{2}L_1)p$ 、 $Z_{2(p)} = R_2 + (l_2 + \frac{3}{2}L_2)p$ であり、 R および l はそれぞれ抵抗および漏れインダクタンス、 L は主自己インダクタンスであり、添字 1 および 2 はそれぞれ一次および二次を表わす。そうして、 M は一次および二次巻線の間の最大相互インダクタンスである。 $e_{11}(t)$ および $e_{12}(t)$ はそれぞれ正相および逆相印加電圧、 $i_1^1(t)$ 、 $i_2^1(t)$ および $i_1^2(t)$ 、 $i_2^2(t)$ は一次および二次の正相および逆相電流であって、 θ は一次および二次巻線間の角である。

(1) 式を整流行列

$$K = \begin{array}{|c|c|c|c|}
 \hline
 1 & & & \\
 \hline
 & 1 & & \\
 \hline
 & & \epsilon^{-j\theta} & \\
 \hline
 & & & \epsilon^{j\theta} \\
 \hline
 \end{array}$$

で変換するにあたって、起動の際には

$$\theta = \int \omega' dt$$

であり、 ω' は緩慢ながら時間の関数であることを承知して、かつ

$$\epsilon^{\pm j \int \omega' dt} p \epsilon^{\mp j \int \omega' dt} = p \mp j \omega'$$

* Analysis of Starting Transient Torque of Squirrel Cage Induction Motor. By T. J. TAKEUCHI Member

† 東京電機大学

となることに注目して (1) 式を K で変換すれば

$e_{11}(t)$	$Z_{1(p)}$	$\frac{3}{2}Mp$	$i_1^1(t)$
$e_{12}(t)$	$Z_{1(p)}$	$\frac{3}{2}Mp$	$i_1^2(t)$
	$\frac{3}{2}M(p-j\omega')$	$Z_{2(p-j\omega')}$	$i_2^1(t)\epsilon^{j\theta}$
	$\frac{3}{2}M(p+j\omega')$	$Z_{2(p+j\omega')}$	$i_2^2(t)\epsilon^{-j\theta}$

.....(2)

を得る。⁽⁶⁾この形式は ω' が定速度である場合と同じで加速する場合にも通用することがわかる。

また、瞬時トルク τ_i の一般形式⁽⁶⁾は

$$\tau_i = j\frac{3}{2}M(i_1^2 i_2^1 \epsilon^{j\theta} - i_1^1 i_2^2 \epsilon^{-j\theta}) \quad \text{.....(3)}$$

で表わされる。

一方において、起動は定常トルク $\tau(\omega')$ が負荷トルク $F(\omega')$ に働いて起動加速するものと仮定し、その運動方程式は

$$\tau(\omega') = F(\omega') + J \frac{d\omega'}{dt} \quad \text{.....(4)}$$

で表わされる。ただし J は回転部分の慣性モーメントである。

2. 起 動 特 性

三相誘導電動機の定常トルク $\tau(\omega')$ は速度 ω' の関数で、印加電圧が平衡しているとし

$$\tau(\omega') = \frac{(\omega - \omega') \frac{9}{4} M^2 R_2 (E_{11})^2}{\left\{ R_1 R_2 - \omega(\omega - \omega') \sigma \left(l_1 + \frac{3}{2} L_1 \right) \left(l_2 + \frac{3}{2} L_2 \right) \right\}^2 + \left\{ (\omega - \omega') \left(l_2 + \frac{3}{2} L_2 \right) R_1 + \omega \left(l_1 + \frac{3}{2} L_1 \right) R_2 \right\}^2} \quad \text{.....(5)}$$

で表わされる。ただし $\sigma = 1 - \frac{\frac{9}{4} M^2}{\left(l_1 + \frac{3}{2} L_1 \right) \left(l_2 + \frac{3}{2} L_2 \right)}$ であり、 E_{11} は正相電圧の実効値である。

そうして、この定常トルクで起動するとして求めた起動時間と速度との関係その電動機の起動特性ということにする。すなわち、(4) 式から

$$t + C = \int \frac{J d\omega'}{\tau(\omega') - F(\omega')} \quad \text{.....(6)}$$

として起動特性が求められる。

けれども、(6) 式は $F(\omega')$ が定数であるような簡単な場合には積分可能であるが、一般的には積分不可能であるから、図式積分によるのがよい。

3. 急印加電圧による過渡電流

(2) 式から正相分をとり出せば

$e_{11}(t)$	$Z_{1(p)}$	$\frac{3}{2}Mp$	$i_1^1(t)$
	$\frac{3}{2}M(p-j\omega')$	$Z_{2(p-j\omega')}$	$i_2^1(t)\epsilon^{j\theta}$

.....(7)

となる。ここで、 ω' は時間の関数であるが、その変化は電流の過渡変化にくらべて非常に緩慢であるから、 ω' を定数とみなして (7) 式のラプラス変換を採用すれば

$$\mathcal{L}\left\{\begin{matrix} e_{11}(t) \\ \vdots \end{matrix}\right\} = \begin{bmatrix} Z_1(s) & s\frac{3}{2}M \\ (s-j\omega')\frac{3}{2}M & Z_2(s-j\omega') \end{bmatrix} \mathcal{L}\left\{\begin{matrix} i_1(t) \\ i_2(t)e^{j\theta} \end{matrix}\right\} \\ - \begin{bmatrix} l_1 + \frac{3}{2}L_1 & \frac{3}{2}M \\ \frac{3}{2}M & l_2 + \frac{3}{2}L_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1(0) \\ i_2(0)e^{j\theta_0} \end{bmatrix} \dots\dots\dots (8)$$

となる。ここで、 $i_1(0)$ 、 $i_2(0)$ は初期電流で、この場合はすべて零である。ただし θ_0 は過渡現象の出発角である。

いま、急印加電圧は平衡正弦波であるとして

$$e_{11}(t) = \frac{\dot{E}_{11}}{\sqrt{2}} e^{j\omega t} = e_{11}^*(t) \quad \text{ゆえに} \quad \mathcal{L}\{e_{11}(t)\} = \frac{\dot{E}_{11}/\sqrt{2}}{s-j\omega}$$

である。よって、電流のラプラス変換は

$$\mathcal{L}\left\{\begin{matrix} i_1(t) \\ i_2(t)e^{j\theta} \end{matrix}\right\} = \frac{1}{\Delta(s)} \begin{bmatrix} Z_2(s-j\omega') \\ -(s-j\omega')\frac{3}{2}M \end{bmatrix} \frac{\dot{E}_{11}/\sqrt{2}}{s-j\omega} \dots\dots\dots (9)$$

となる。ただし

$$\Delta(s) = Z_1(s-j\omega')Z_2(s) - s(s-j\omega')\frac{9}{4}M^2$$

である。

そうして、特性方程式は $\Delta(s) = 0$ であり、その根を λ とすれば

$$\lambda^2 + \left(\frac{\chi_1 + \chi_2}{\sigma} - j\omega'\right)\lambda + \frac{\chi_1(\chi_2 - j\omega')}{\sigma} = 0 \dots\dots\dots (10)$$

$$\text{を得る。ただし } \chi_1 = \frac{R_1}{l_1 + \frac{3}{2}L_1}, \quad \chi_2 = \frac{R_2}{l_2 + \frac{3}{2}L_2}$$

である。

よって特有根は一般的に

$$\lambda_1 = \alpha_1 + j\beta_1, \quad \lambda_2 = \alpha_2 + j\beta_2 \dots\dots\dots (11)$$

なる形式で表わされる。ここで

$$\frac{\alpha_1}{\alpha_2} = -\frac{\chi_1 + \chi_2 \pm \frac{\gamma}{2}}{\sigma}, \quad \frac{\beta_1}{\beta_2} = \frac{\omega' \mp \frac{\delta}{2}}{2}$$

ただし $\chi_2 \geq \chi_1$ であるとし

$$\frac{\gamma}{\delta} = \sqrt{\frac{1}{2} \left\{ \sqrt{(\omega_0^2 - \omega'^2)^2 + \frac{4\omega'^2(\chi_2 - \chi_1)^2}{\sigma^2}} \pm (\omega_0^2 - \omega'^2) \right\}}$$

および

$$\omega_0^2 = \frac{(\chi_2 - \chi_1)^2 + 4(1 - \sigma)\chi_1\chi_2}{\sigma^2}$$

である。

そこで, (8) 式の逆変換は (12) 式となって, 過渡電流が表わされる。

$$\begin{aligned} \frac{i_1^1(t)}{i_2^1(t)\epsilon^{j\theta}} &= \frac{\dot{E}_{11}/\sqrt{2}}{2\pi j\sigma\left(l_1+\frac{3}{2}L_1\right)\left(l_2+\frac{3}{2}L_2\right)} \int_{a-j\infty}^{a+j\infty} \frac{\begin{matrix} Z_{2(s-j\omega')} \\ -(s-j\omega')\frac{3}{2}M \end{matrix}}{(s-j\omega)(s-\alpha_1-j\beta_1)(s-\alpha_2-j\beta_2)} \epsilon^{st} ds \dots\dots (12) \end{aligned}$$

(12) 式の被積分関数の留数を求めて, その総和の $2\pi j$ 倍を, この積分とおき換えれば

$$\begin{aligned} \frac{i_1^1(t)}{i_2^1(t)\epsilon^{j\theta}} &= \frac{\dot{E}_{11}/\sqrt{2}}{\sigma\left(l_1+\frac{3}{2}L_1\right)\left(l_2+\frac{3}{2}L_2\right)} \left\{ \frac{\begin{matrix} \dot{Z}_{2(j\omega-\omega')} \\ -j\omega-\omega'\frac{3}{2}M \end{matrix}}{(\alpha_1+j\beta_1-\omega)(\alpha_2+j\beta_2-\omega)} \epsilon^{j\omega t} \right. \\ &\quad + \left. \frac{\begin{matrix} \dot{Z}_{2(\alpha_1+j\beta_1-\omega')} \\ -(\alpha_1+j\beta_1-\omega')\frac{3}{2}M \end{matrix}}{(\gamma-j\delta)(\alpha_1+j\beta_1-\omega)} \epsilon^{(\alpha_1+j\beta_1)t} - \frac{\begin{matrix} \dot{Z}_{2(\alpha_2+j\beta_2-\omega')} \\ -(\alpha_2+j\beta_2-\omega')\frac{3}{2}M \end{matrix}}{(\gamma-j\delta)(\alpha_2+j\beta_2-\omega)} \epsilon^{(\alpha_2+j\beta_2)t} \right\} \dots\dots (13) \end{aligned}$$

として, 正相電流が求められる。そうして逆相電流は上式の共役として表わされる。すなわち (14) 式である。

$$\frac{i_1^2(t)}{i_2^2(t)\epsilon^{-j\theta}} = \left(\frac{i_1^1(t)}{i_2^1(t)\epsilon^{j\theta}} \right)^* \dots\dots (14)$$

4. かご形誘導電動機の過渡トルク

ここでは過渡振動トルクの激しいかご形誘導電動機について考えることにする。この種の電動機では普通に $\chi_1 \simeq \chi_2 \equiv \chi$ であり, (10) 式の特有根は $[\omega' < \omega_0$ として]

$$\left. \begin{aligned} \lambda_1 &= \alpha_1 + j\frac{\omega'}{2} \\ \lambda_2 &= \alpha_2 + j\frac{\omega'}{2} \end{aligned} \right\} \dots\dots (15)$$

$$\left. \begin{aligned} \alpha_1 \\ \alpha_2 \end{aligned} \right\} = -\frac{\chi}{\sigma} \pm \sqrt{\omega_0^2 - \omega'^2}, \quad \omega_0 = \frac{2\sqrt{1-\sigma}\chi}{\sigma}$$

である。そうして, かご形誘導電動機は起動に際して慣性の大きい負荷を負うので, その起動は緩慢であり, 起動加速中に発生する振動トルクはおもに速度の低い $\omega' < \omega_0$ のところに現われ, $\omega' = \omega_0$ になるとほとんど消失すると思われる。それゆえに $\sqrt{\omega_0^2 - \omega'^2}$ は実数であることに注目されたい。

よって (13) 式および (14) 式から, 過渡電流は次のような形式で表わされる。

$$\left. \begin{aligned} i_1^1(t) &= \frac{\dot{E}_{11}/\sqrt{2}}{\sigma\left(l_1+\frac{3}{2}L_1\right)\left(l_2+\frac{3}{2}L_2\right)} (A+B+C) = i_1^2(t)^* \\ i_2^1(t)\epsilon^{j\theta} &= \frac{\dot{E}_{11}/\sqrt{2}}{\sigma\left(l_1+\frac{3}{2}L_1\right)\left(l_2+\frac{3}{2}L_2\right)} (a+b+c) = \{i_2^2(t)\epsilon^{-j\theta}\}^* \end{aligned} \right\} \dots\dots (16)$$

ただし

$$\begin{aligned} A &= \frac{\dot{Z}_2(j\omega - \omega') \epsilon^{j\omega t}}{(\alpha_1 - j\omega - \frac{\omega'}{2})(\alpha_2 - j\omega - \frac{\omega'}{2})}, & \dot{a} &= \frac{-j\overline{\omega - \omega'} \frac{3}{2} M \epsilon^{j\omega t}}{(\alpha_1 - j\omega - \frac{\omega'}{2})(\alpha_2 - j\omega - \frac{\omega'}{2})} \\ \dot{B} &= \frac{\dot{Z}_2(\alpha_1 - j\frac{\omega'}{2}) \epsilon^{(\alpha_1 + j\frac{\omega'}{2})t}}{(\alpha_1 - \alpha_2)(\alpha_1 - j\omega - \frac{\omega'}{2})}, & \dot{b} &= \frac{-(\alpha_1 - j\frac{\omega'}{2}) \frac{3}{2} M \epsilon^{(\alpha_1 + j\frac{\omega'}{2})t}}{(\alpha_1 - \alpha_2)(\alpha_1 - j\omega - \frac{\omega'}{2})} \\ \dot{C} &= \frac{\dot{Z}_2(\alpha_2 - j\frac{\omega'}{2}) \epsilon^{(\alpha_2 + j\frac{\omega'}{2})t}}{(\alpha_1 - \alpha_2)(\alpha_2 - j\omega - \frac{\omega'}{2})}, & \dot{c} &= \frac{-(\alpha_2 - j\frac{\omega'}{2}) \frac{3}{2} M \epsilon^{(\alpha_2 + j\frac{\omega'}{2})t}}{(\alpha_1 - \alpha_2)(\alpha_2 - j\omega - \frac{\omega'}{2})} \end{aligned}$$

である。そうして (16) 式を (3) 式に代入すれば、過渡トルクは

$$\begin{aligned} \tau_t &= \frac{j\frac{3}{2}M(E_{11})^2/2}{\sigma^2(l_1 + \frac{3}{2}L_1)^2(l_2 + \frac{3}{2}L_2)^2} [\{A^*\dot{a} - \dot{A}a^*\} + \{\dot{B}^*b - \dot{B}b^*\} + \{\dot{C}^*c - \dot{C}c^*\} \\ &\quad + \{(A^*b + \dot{a}B^*) - (A\dot{b}^* + \dot{a}^*B)\} + \{(\dot{B}^*c + \dot{b}C^*) - (\dot{B}c^* + \dot{b}^*C)\} \\ &\quad + \{(\dot{C}^*a + \dot{c}A^*) - (\dot{C}a^* + \dot{c}^*A)\}] \dots\dots\dots (17) \end{aligned}$$

として 6 組のトルクに分割して表わされる。これらのトルクを別々に整理すれば次のようになる。

$$\begin{aligned} \text{(i)} \quad \tau_{Aa} &= \frac{j\frac{3}{2}M(E_{11})^2/2}{\sigma^2(l_1 + \frac{3}{2}L_1)^2(l_2 + \frac{3}{2}L_2)^2} \{A^*\dot{a} - \dot{A}a^*\} \\ &= \frac{\overline{\omega - \omega'} \frac{9}{4} M^2 R_2 (E_{11})^2}{\sigma^2(l_1 + \frac{3}{2}L_1)^2(l_2 + \frac{3}{2}L_2)^2(\alpha_1^2 + \omega - \frac{\omega'^2}{2})(\alpha_2^2 + \omega - \frac{\omega'^2}{2})} = (\omega - \omega')K(\omega') \dots\dots\dots (18) \end{aligned}$$

ここで

$$\begin{aligned} K(\omega') &= \frac{\frac{9}{4}M^2R_2(E_{11})^2}{\left\{R_1R_2 - \omega(\omega - \omega')\sigma\left(l_1 + \frac{3}{2}L_1\right)\left(l_2 + \frac{3}{2}L_2\right)\right\}^2 + \left\{(\omega - \omega')\left(l_2 + \frac{3}{2}L_2\right)R_1 + \omega\left(l_1 + \frac{3}{2}L_1\right)R_2\right\}^2} \\ &\quad \dots\dots\dots (19) \end{aligned}$$

であって、 τ_{Aa} は定常トルクを表わす。

$$\begin{aligned} \text{(ii)} \quad \tau_{Bb} &= \frac{j\frac{3}{2}M(E_{11})^2/2}{\sigma^2(l_1 + \frac{3}{2}L_1)^2(l_2 + \frac{3}{2}L_2)^2} \{\dot{B}^*b - \dot{B}b^*\} \\ &= -\frac{\omega'}{2}K(\omega')\epsilon^2\alpha_1t \cdot \frac{\left(\frac{\chi}{\sigma} + \frac{\sqrt{\omega_0^2 - \omega'^2}}{2}\right)^2 + \left(\omega - \frac{\omega'}{2}\right)^2}{\omega_0^2 - \omega'^2} \end{aligned}$$

$$\text{(iii)} \quad \tau_{Cc} = \frac{j\frac{3}{2}M(E_{11})^2/2}{\sigma^2(l_1 + \frac{3}{2}L_1)^2(l_2 + \frac{3}{2}L_2)^2} \{\dot{C}^*c - \dot{C}c^*\}$$

$$= -\frac{\omega'}{2} K(\omega') \epsilon^2 \omega_0^2 \cdot \frac{\left(\frac{\chi}{\sigma} + \frac{\sqrt{\omega_0^2 - \omega'^2}}{2}\right)^2 + \left(\omega - \frac{\omega'}{2}\right)^2}{\omega_0^2 - \omega'^2}$$

$$\begin{aligned} \text{(iv)} \quad \tau_{B\theta} &= \frac{j\frac{3}{2}M(E_{11})^2/2}{\sigma^2\left(l_1 + \frac{3}{2}L_1\right)^2\left(l_2 + \frac{3}{2}L_2\right)^2} \{(\dot{B}^*\dot{c} + b\dot{c}^*) - (\dot{B}\dot{c}^* + b^*\dot{C})\} \\ &= \frac{4(1-\sigma)\left(\frac{\chi}{\sigma}\right)^2(\omega - \omega') + (2-\sigma)\omega'\left(\frac{\chi}{\sigma}\right)^2 + \omega'(\omega - \omega')^2}{\omega_0^2 - \omega'^2} K(\omega') \epsilon - \frac{2\chi}{\sigma} t \end{aligned}$$

以上の三つのトルクで $\frac{\chi}{\sigma}$ に比例する項は、 $\omega' < \omega_0$ のときには小さく無視できるので、これらを加えて近似的に

$$\tau_{Bb} + \tau_{Cc} + \tau_{B\theta} = \frac{(\omega - \omega')K(\omega')}{\omega_0^2 - \omega'^2} \epsilon - \frac{2\chi}{\sigma} t [\omega_0^2 + \omega'(\omega - \omega') - \omega\omega' \cosh \sqrt{\omega_0^2 - \omega'^2} t] \dots\dots\dots (19)$$

を得る。これは直流的成分であることに注目されたい。

$$\begin{aligned} \text{(v)} \quad \tau_{Ab} &= \frac{j\frac{3}{2}M(E_{11})^2/2}{\sigma^2\left(l_1 + \frac{3}{2}L_1\right)^2\left(l_2 + \frac{3}{2}L_2\right)^2} \{(\dot{A}^*\dot{b} + \dot{a}\dot{B}^*) - (\dot{A}\dot{b}^* + \dot{a}^*\dot{B})\} \\ &= -K(\omega') \epsilon \omega_0^2 \left\{ \frac{\frac{\chi^2}{\sigma} + \overline{\omega - \omega'}^2}{\sqrt{\omega_0^2 - \omega'^2}} \sin \omega - \frac{\omega'}{2} t + \left(\overline{\omega - \omega'} - \frac{\chi\omega'}{\sigma\sqrt{\omega_0^2 - \omega'^2}} \right) \cos \omega - \frac{\omega'}{2} t \right\} \\ \text{(vi)} \quad \tau_{Ca} &= \frac{j\frac{3}{2}M(E_{11})^2/2}{\sigma^2\left(l_1 + \frac{3}{2}L_1\right)^2\left(l_2 + \frac{3}{2}L_2\right)^2} \{(\dot{C}^*\dot{a} - \dot{c}\dot{A}^*) - (\dot{C}\dot{a}^* - \dot{c}^*\dot{A})\} \\ &= -K(\omega') \epsilon \omega_0^2 \left\{ -\frac{\frac{\chi^2}{\sigma} + \overline{\omega - \omega'}^2}{\sqrt{\omega_0^2 - \omega'^2}} \sin \omega - \frac{\omega'}{2} t + \left(\overline{\omega - \omega'} + \frac{\chi\omega'}{\sigma\sqrt{\omega_0^2 - \omega'^2}} \right) \cos \omega - \frac{\omega'}{2} t \right\} \end{aligned}$$

以上の二つのトルクで $\frac{\chi}{\sigma}$ に比例する項は、 $\omega' < \omega_0$ のときには小さく無視できるので、これらを加えて近似的に

$$\begin{aligned} \tau_{Ab} + \tau_{Ca} &= -2(\omega - \omega')K(\omega') \epsilon - \frac{2\chi}{\sigma} t \\ &\times \left\{ \cosh \frac{\sqrt{\omega_0^2 - \omega'^2}}{2} t \cos \omega - \frac{\omega'}{2} t + \frac{\omega - \omega'}{\sqrt{\omega_0^2 - \omega'^2}} \sinh \frac{\sqrt{\omega_0^2 - \omega'^2}}{2} t \sin \omega - \frac{\omega'}{2} t \right\} \dots\dots\dots (20) \end{aligned}$$

を得る。これは振動的成分であることに注目されたい。

(19) 式および (20) 式を加えて、過渡トルク τ_i は

$$\begin{aligned} \tau_i &= \tau(\omega') \left\{ 1 + \frac{\epsilon}{\omega_0^2 - \omega'^2} \left\{ \omega_0^2 + \omega'(\omega - \omega') - \omega\omega' \cosh \sqrt{\omega_0^2 - \omega'^2} t \right\} \right. \\ &\quad \left. - 2\epsilon - \frac{\chi}{\sigma} t \left\{ \cosh \frac{\sqrt{\omega_0^2 - \omega'^2}}{2} t \cos \omega - \frac{\omega'}{2} t + \frac{\omega - \omega'}{\sqrt{\omega_0^2 - \omega'^2}} \sinh \frac{\sqrt{\omega_0^2 - \omega'^2}}{2} t \sin \omega - \frac{\omega'}{2} t \right\} \right\} \dots\dots\dots (21) \end{aligned}$$

となる。ただし $\tau(\omega') = (\omega - \omega')K(\omega')$ で定常トルクである。

(21) 式は ω' が ω_0 になると無限大になるので、この臨界点を吟味する必要がある。すなわち、 $\omega' = \omega_0$ のときには特有根は $\lambda = \alpha + j\frac{\omega'}{2}$ (ただし $\alpha = -\frac{\chi}{\sigma}$) の形式の重根となるので、(9) 式の逆変換は

$$\frac{i_1^1(t)}{i_2^1(t)\epsilon^{j\theta}} = \frac{E_{11}/\sqrt{2}}{2\pi j\sigma\left(l_1+\frac{3}{2}L_1\right)\left(l_2+\frac{3}{2}L_2\right)} \int_{\alpha-j\infty}^{\alpha+j\infty} \frac{\boxed{\begin{matrix} Z_2(s-j\omega') \\ -(s-j\omega')\frac{3}{2}M \end{matrix}}}{(s-j\omega)\left(s-\alpha-j\frac{\omega'}{2}\right)^2} \epsilon^{st} ds$$

となる。上式の被積分関数の留数を求めて、その総和の $2\pi j$ 倍をこの積分とおき換えれば

$$\frac{i_1^1(t)}{i_2^1(t)\epsilon^{j\theta}} = \frac{E_{11}/\sqrt{2}}{\sigma\left(l_1+\frac{3}{2}L_1\right)\left(l_2+\frac{3}{2}L_2\right)\left(\alpha-j\omega-\frac{\omega'}{2}\right)^2} \times \left[\boxed{\frac{\dot{Z}_2(j\omega-\omega')}{-j\omega-\omega'\frac{3}{2}M}} \epsilon^{j\omega t} + \boxed{\frac{-\dot{Z}_2(j\omega-\omega')}{j\omega-\omega'\frac{3}{2}M}} \epsilon^{(\alpha+j\frac{\omega'}{2})t} + \boxed{\frac{\dot{Z}_2(\alpha-j\frac{\omega'}{2})}{-(\alpha-j\frac{\omega'}{2})\frac{3}{2}M}} \left(\alpha-j\omega-\frac{\omega'}{2}\right) \right] \times \epsilon^{(\alpha+j\frac{\omega'}{2})t} \quad (22)$$

この電流によって、 $\omega'=\omega_0$ 、 $t=t_0$ における過渡トルク τ_{i0} を求めると

$$\tau_{i0} = \tau(\omega_0) \left\{ 1 + \epsilon^{-\frac{2\chi}{\sigma}t_0} - 2\epsilon^{-\frac{\chi}{\sigma}t_0} \cos \omega - \frac{\omega_0}{2} t \right\}$$

となる。上式によってみると、 $\omega'=\omega_0$ 、すなわち $t=t_0$ では過渡トルク振動成分は非常に小さく消失するとみることができ、近似的に $\tau_{i0} \simeq \tau(\omega_0)$ となる。

5. 起動過渡トルクの求め方と数字例

誘導電動機の特徴は速度 ω' のかわりにすべり $s = \frac{\omega - \omega'}{\omega}$ で表わすのが便利で、 $K(\omega')$ 中に $\chi = \frac{R_1}{l_1 + \frac{3}{2}L_1}$ $\simeq \frac{R_2}{l_2 + \frac{3}{2}L_2}$ において

$$\omega K(\omega') = \frac{s(1-\sigma)(E_{11})^2 s_{m\sigma}}{\omega^2 \sigma \left(l_1 + \frac{3}{2}L_1 \right) \{ (s_m \sigma - s)^2 + s_m^2 (1+s)^2 \}}$$

と書ける。ただし $s_m = \chi/\omega\sigma$ である。

さらに $\tau_m = \frac{1-\sigma(E_{11})^2}{2\omega^2 \sigma \left(l_1 + \frac{3}{2}L_1 \right)}$ において、 $s_m \sigma$ は小さいとして無視すれば

$$\omega K(\omega') = \frac{2s_m \tau_m s}{s_m^2 (1+s)^2 + s^2} \quad (23)$$

として簡単に表わせる。よって、(22) 式に (23) 式を代入して、 $(1-s_0) = \frac{\omega_0}{\omega}$ とおけば、 $s > s_0$ の場合の過渡トルクは τ_m との比で表わすと、(24) 式ようになる。

$$\frac{\tau_i}{\tau_m} = \frac{2s_m}{s_m^2 (1+s)^2 + s^2} \left\{ 1 + \frac{\epsilon^{-\frac{2\chi}{\sigma}t}}{\frac{1-s_0^2-1-s^2}{1-s_0-1-s}} \left\{ 1-s_0^2 + s \cdot 1-s-1-s \cosh \sqrt{1-s_0^2-1-s^2} \omega t \right\} \right. \\ \left. - 2s \epsilon^{-\frac{\chi}{\sigma}t} \left\{ \cosh \frac{\sqrt{1-s_0^2-1-s^2}}{2} \omega t \cos \frac{1+s}{2} \omega t + \frac{s}{\sqrt{1-s_0^2-1-s^2}} \sinh \frac{\sqrt{1-s_0^2-1-s^2}}{2} \omega t \cdot \sin \frac{1+s}{2} \omega t \right\} \right\} \quad (24)$$

また拘束状態における過渡トルクは (24) 式に $s=1$ とおけばよく

$$\frac{\tau_t(s=1)}{\tau_m} = \frac{2s_m}{4s_m^2+1} \left[1 + \epsilon^{-\frac{2\gamma t}{\sigma}} - 2\epsilon^{-\frac{\gamma t}{\sigma}} \left\{ \cosh \frac{1-s_0}{2} \omega t \cos \omega t + \frac{1}{1-s_0} \sinh \frac{T-s_0}{2} \omega t \cdot \sin \omega t \right\} \right] \quad (25)$$

となり, (23) 式とくらべて

$$\omega K(0) = (2s_m \tau_m) / (4s_m^2 + 1)$$

であって, これは定常状態における拘束トルクであることに注目されたい。また (24) 式に $t=\infty$ とおけば

$$\tau = \frac{2s_m s \tau_m}{s_m^2(1+s)^2 + s^2} \quad (26)$$

となって, これは速度が $(1-s)$ のときの定常トルクである。

そこで, かご形誘導電動機の機械的負荷は起動の際には $F(\omega')$ は小さく, 慣性モーメント J は大きいので, (5) 式で $F(\omega')$ を無視して, (25) 式を代入すれば

$$t = \int_{s=1}^s \frac{-\omega J}{2s_m \tau_m} \left(s + \frac{s_m^2}{s} \frac{1-s^2}{1-s^2} \right) ds$$

ゆえに

$$t = \frac{\omega J}{2s_m \tau_m} \left\{ (1+s_m^2) \frac{1-s^2}{2} + 2s_m^2(1-s) - s_m^2 \log s \right\} \quad (27)$$

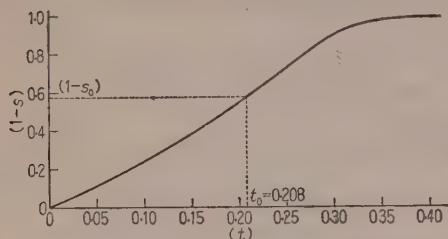
として起動特性が求められる。

よって (27) 式と (24) 式とを連立して起動加速中の過渡トルクが決定される。けれども, (27) 式に (24) 式を代入した表式は非常に複雑になるので, ここでは数字例によって, その手続きを明らかにしよう。

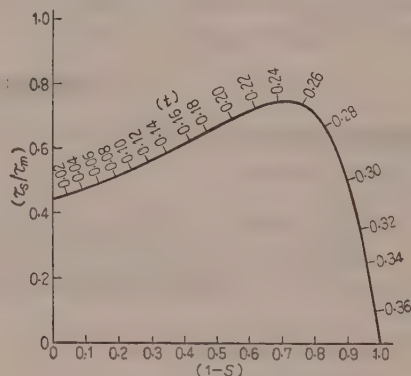
いま, この電動機の電気的定数を

$$s_m = 0.2, \sigma = 0.1, \omega = 100\pi, \text{ゆえに } \frac{\gamma}{\sigma} = 30\pi$$

として機械的定数を $\omega J / \tau_m = 0.2$ とする。



第 1 図



第 2 図

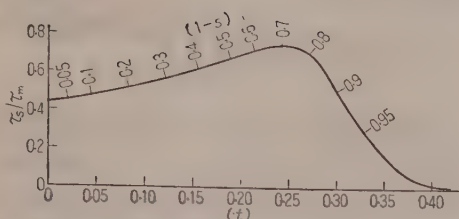
まず, これらの定数から (26) 式により起動特性を求めると, 第 1 図に示すようになり, 全起動時間は約 0.36 s であることに注目されたい。第 2 図は (27) 式から定常トルク特性を算定して図示したもので, トルク曲線上に第 1 図から求めた起動時間が目盛ってある。第 3 図は定常トルクと起動時間との関係を第 2 図から第 3 図を介して描いたもので, トルク曲線上には速度 $(1-s)$ が目盛ってある。

このように, 起動トルクは速度と時間との関数であるので, トルク曲線上の目盛を使用すると便利である。

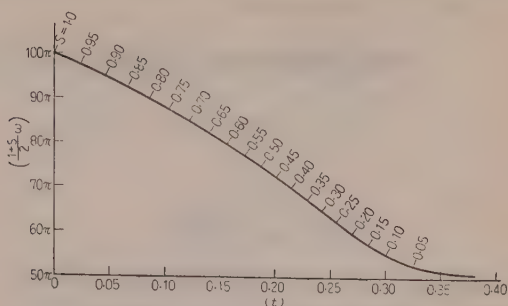
第 4 図は (24) 式中の振動トルクの周波数 $\frac{1+s}{2}\omega$ と時間との関係を (26) 式から算定して図示したもので, これによってみると, この振動トルクの周波数は起動の最初では電源の周波数であるが, 起動時間とともに減じて起動の終りにはついに電源の周波数の半分にまでなることに注目されたい。

第 5 図は (24) 式を第 1 図を介して算定した 起動加速中の過渡トルクであり, $s=s_0$ で振動トルクはほとんど消失しているのを見る。

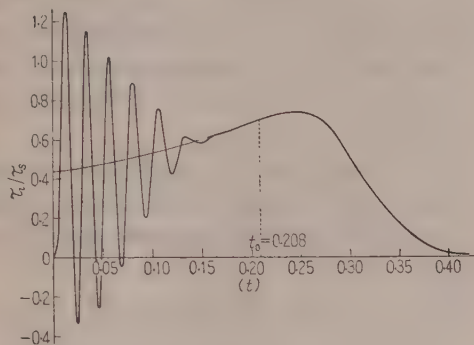
第 6 図は (25) 式より算定した拘束状態における過渡トルクであり, 加速中のものにくらべて非常に長く持続



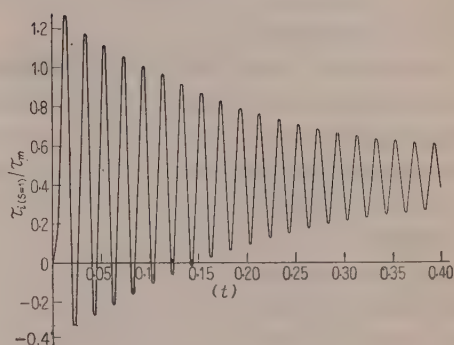
第 3 図



第 4 図



第 5 図



第 6 図

していることに注目されたい。

結 言

以上理論と数字例から緩慢なる起動の過渡トルクは次のような性格を持っていることがわかる。

(I) (24) 式で見られるように、起動トルク〔印加電圧が平衡しているとして〕は印加電圧の初期位相には無関係で、起動過渡トルクの形は同じである。

(II) 第5図でみるように、起動過渡トルクは $\omega' < \omega_0$ または $s > s_0$ において著しく発生し、 $\omega' = \omega_0$ または $s < s_0$ になるとほとんど消失する。そうして $1 - s_0 = \frac{\omega_0}{\omega} = \frac{2\sqrt{1-\sigma}\chi}{\omega\sigma} = 2\sqrt{1-\sigma}s_m$ であり、この例の場合

$$1 - s_0 = 2 \times \sqrt{1 - 0.1} \times 0.3 = 0.57$$

よって、 $(1 - s_0)$ のときの時刻 t_0 は第1図から $t_0 = 0.21$ s であることを知る。この $(1 - s_0)$ の点は電気的定数 s_m によって変化し、抵抗がインダクタンスに対して高い場合は右に移行する。また起動過渡トルクの形は起動特性によって大きく支配される。

(III) (24) 式または第6図で見ると、起動過渡トルクの振動周波数は起動の初めでは電源の周波数と等しいが、加速するにつれて $\frac{1+s}{2}\omega$ となり減少し、起動の終には電源周波数の半分になる。

(IV) 第5図と第6図とをみくらべると、起動加速中の過渡振動トルクは非常に早く消失するが、拘束中の過渡トルクは非常に長く持続する。

(V) 起動の初めに拘束し、過渡トルクが消失してから解放して起動すれば、第3図に示すような定常トルク曲線が得られるはずである。(昭和 34 年 10 月 17 日受付)

文 献

- (1) 山村・安井: 電学誌 75, 493 (昭 30)
- (2) Wahl: Trans Amer. Elect. Engrs 60, 603 (1941)
- (3) Gilfilan: Trans Amer. Elect. Engrs 60, 1200 (1941)
- (4) 竹内: 電学誌 45, 1199 (大 14)
- (5) T. J. Takeuchi: Matrix Theory of Electrical Machinery, p. 32 (1958) オーム社
- (6) T. J. Takeuchi: Matrix Theory of Electrical Machinery, p. 193 (1958) オーム社

UDC 621.318.42.011.31

内部導体を含む円筒コイルの過渡応答について*

資料・論文

35-53

正員 河 合 正† 正員 近 藤 博 通†

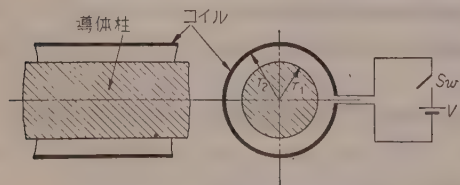
1. ま え が き

本文は円筒コイル中に導電性円柱を同心的に配置した際のコイル内部の磁束の分布および時間的経過を求め、これから得られるコイルのインディシャルアドミタンスおよび等価回路を論じたものである。

この研究は本来、円柱状の高温プラズマに急激な軸方向磁気圧力を加えた際の現象⁽¹⁾を解明しようとする動機から生れたものであるが、そのためにはプラズマの圧縮や導電率の時間的空間的变化を考えなければならないことは当然であって、したがって本論文で導いた結果はプラズマが充分電離されており、しかもその流体力学的な運動を無視できるような条件において適用されるにとどまるものである。しかし内部の導体柱が金属である場合にはこのような適用の制限はほとんど考えなくてもよく、ことに金属の誘導加熱の問題については、本論文で与えるコイルのインディシャルアドミタンスないし等価回路を用いて、電源——たとえば真空管発振器や自励式逆変換器——とコイルとからなる複雑な回路現象を適確に論ずることができる。従来の誘導加熱コイルの取り扱い⁽²⁾では、印加電圧はすべて単一周波数の交流であると考えているので、このような複雑な回路現象を論ずることはできなかったものである。本論文の表題はこれらの適用範囲を包含する意味を持たせたものである。なお、解析にあたっては表式をすべて無次元化し、広い応用性をこころがけた。

2. 理 論

(2.1) 磁束分布の解析 第1図に示したように、



第1図 導体柱を含む無限長円筒コイル

* On the Transient Response of the Cylindrical Coil with a Coaxial Inner Conductor. By T. KAWAI, Member & H. KONDO, Member (Research Laboratory, Mitsubishi Electric Mfg. Co., Ltd.).

† 三菱電機株式会社研究所電気第一研究室

半径 r_2 の無限長の1ターンコイルの内部にこれと同心状に半径 r_1 の導体円柱をおき、コイルの両端に一定電圧 V を突如印加した場合を考える。座標軸としてコイルの軸を z 軸に選んだ円筒座標 (z, r, φ) を採用する。コイルは1ターンであるから z 方向に切れ目がなければならぬが、この切れ目が磁界分布におよぼす影響は無視でき、また電源電圧はこの切れ目に沿って一様に加えられ、したがってコイル電流は φ 方向成分しか持たないものとする。

コイル、導体の縁効果、コイルの抵抗、コイルの厚みはすべて無視する。導体柱とコイルのギャップは便宜上真空領域と呼ぶが任意の絶縁気体があってもかまわない。

電界ベクトル \mathbf{E} および磁界ベクトル \mathbf{H} について

$$E_z = E_r = 0 \quad (1)$$

$$H_r = H_\varphi = 0 \quad (2)$$

がなりたつ。以下簡単のため

$$E_\varphi = E, \quad H_z = H \quad (3)$$

とおく。導体柱の導電率および透磁率は一定であって σ, μ で表わす。変位電流はすべて無視すると導体内部では、電流 \mathbf{J} は

$$\mathbf{J} = \sigma \mathbf{E} \quad (4)$$

であり、真空領域では

$$\mathbf{J} = 0 \quad (5)$$

である。しかるとき、導体柱内部で次の方程式がなりたつ。

$$\text{rot } \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} = -\mu \frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t} \quad (6)$$

$$\text{rot } \mathbf{H} = \mathbf{J} = \sigma \mathbf{E} \quad (7)$$

この2式から

$$\nabla^2 \mathbf{H} = \mu \sigma \frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t} \quad (8)$$

すなわち

$$\mu \sigma \frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t} = \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial \mathbf{H}}{\partial r} \right) \quad (9)$$

を得る。真空領域では H は均一に分布しており、

$$H = H \quad (\text{導体柱 } r=r_1) \quad (10)$$

である。時間の原点を電圧印加の瞬間にとって、以上

の関係式を次の副条件で解く。

$$t=0 \text{ のとき, } H=0 \quad (11)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \iint_{\text{コイル断面}} B_z dS = V \quad (12)$$

V : 一定電圧

真空領域では $\partial H / \partial t$ は $(\partial H / \partial t)_{r=r_1}$ に等しいから、

(12) 式の左辺は

$$\begin{aligned} & \frac{\partial}{\partial t} \iint_{\text{コイル断面}} B_z dS \\ &= \int_0^{r_1} \mu \frac{\partial H}{\partial t} 2\pi r dr + \int_{r_1}^{r_2} \mu_0 \frac{\partial H}{\partial t} 2\pi r dr \\ &= \int_0^{r_1} \mu \frac{\partial H}{\partial t} 2\pi r dr \\ &+ \mu_0 \left(\frac{\partial H}{\partial t} \right)_{r=r_1} \pi (r_2^2 - r_1^2) \quad (13) \end{aligned}$$

計算の簡単のため、次の変数変換を施す。

$$T = t / \mu \sigma r_2^2, \quad R = r / r_2 \quad (14)$$

すなわち (9), (11), (13) 式は

$$\frac{\partial H}{\partial T} = \frac{1}{R} \cdot \frac{\partial}{\partial R} \left(R \frac{\partial H}{\partial R} \right) \quad (15)$$

$$T=0 \text{ のとき, } H=0 \quad (16)$$

$$\begin{aligned} & \int_0^\alpha \frac{\partial H}{\partial T} \cdot 2\pi R dR + \pi \frac{\mu_0}{\mu} (1-\alpha^2) \left(\frac{\partial H}{\partial T} \right)_{R=\alpha} \\ &= \sigma V \quad (17) \end{aligned}$$

ただし $\alpha = r_1 / r_2$, μ_0 : 真空中の透磁率

となる。

ラプラス変換

$$F(p) = \int_0^\infty f(T) \varepsilon^{-pT} dT \quad (18)$$

により (15) 式は

$$pH(p) = \frac{1}{R} \cdot \frac{\partial}{\partial R} \left(R \frac{\partial H(p)}{\partial R} \right) \quad (19)$$

これを解いて、周知のベッセル関数の形

$$H(p) = A(p) I_0(\sqrt{p} R) \quad (20)$$

を得る。一方副条件 (17) 式は

$$\begin{aligned} & 2\pi \alpha \left(\frac{\partial H(p)}{\partial R} \right)_{R=\alpha} \\ &+ \pi \frac{\mu_0}{\mu} (1-\alpha^2) p [H(p)]_{R=\alpha} \\ &= \sigma V / p \quad (21) \end{aligned}$$

したがって

昭和 35 年 6 月 (J.I.E.E.J.)

$$H(T) = \frac{1}{2\pi j}$$

$$\begin{aligned} & \times \int_{c-j\infty}^{c+j\infty} \frac{\sigma V I_{0*}}{\pi p^2 \left\{ 2\alpha \frac{I_1(\sqrt{p}\alpha)}{\sqrt{p}} \right.} \\ & \left. * \frac{\times (\sqrt{p} R) \varepsilon^{pT}}{+ \frac{\mu_0}{\mu} (1-\alpha^2) I_0(\sqrt{p}\alpha)} \right\}} dp \quad (22) \end{aligned}$$

を得る。ここで

$$p' = j\sqrt{p}\alpha \quad (23)$$

なる変換を施すと、上式は

$$\begin{aligned} & H(T) = \frac{1}{2\pi j} \\ & \times \int_{c-j\infty}^{c+j\infty} \frac{-2\alpha^2 \sigma V J_{0*}}{\pi p'^3 \left\{ \frac{2\alpha^2 J_1(p')}{p'} \right.} \\ & \left. * \frac{\times \left(p' \frac{R}{\alpha} \right) \varepsilon^{-\frac{p'^2}{\alpha^2} T}}{+ \frac{\mu_0}{\mu} (1-\alpha^2) J_0(p')} \right\}} dp' \quad (24) \end{aligned}$$

となる。被積分関数の極は $p'=0$ (2 位) および

$$2\alpha^2 \frac{J_1(p')}{p'} + \frac{\mu_0}{\mu} (1-\alpha^2) J_0(p') = 0 \quad (25)$$

を満たす点 $p'=p_n$ ($n=1, 2, 3, \dots$) (1 位) である。

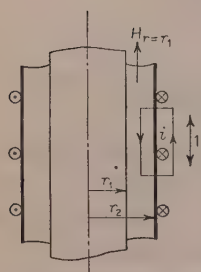
これらの点での留数を求めることによって

$$\begin{aligned} & H(R, T) = \frac{\sigma V}{\pi} \left(\frac{T}{\alpha^2 + \frac{\mu_0}{\mu} (1-\alpha^2)} \right. \\ & + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\alpha^2 J_0 \left(p_n \frac{R}{\alpha} \right)}{p_n^3 \left\{ J_1(p_n) \left[\frac{\mu_0}{\mu} \cdot \frac{1-\alpha^2}{2} + \frac{\alpha^2}{p_n^2} \right] \right.} \\ & \left. * \frac{\times (1-\varepsilon^{-\frac{p_n^2}{\alpha^2} T})}{- \frac{\alpha^2}{2 p_n} [J_0(p_n) - J_2(p_n)]} \right\}} \quad (26) \end{aligned}$$

を得る。特に導体柱の透磁率が真空中の値 μ_0 に等しい場合は

$$\begin{aligned} & H(R, T) = \frac{\sigma V}{\pi} \left\{ T \right. \\ & + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\alpha^2 J_0 \left(p_n \frac{R}{\alpha} \right)}{p_n^3 \left\{ J_1(p_n) \left(\frac{1-\alpha^2}{2} + \frac{\alpha^2}{p_n^2} \right) \right.} \end{aligned}$$

$$\left. \begin{aligned} & \times \left(1 - \varepsilon \frac{p_n^2}{a^2} T \right) \\ & - \frac{\alpha^2}{2 p_n} \{ J_0(p_n) - J_2(p_n) \} \} \end{aligned} \right\} \dots (27)$$



第2図 コイル電流密度 i と起磁力 $H_{r=r_1}$

となる。

(2.2) 1 ターンコイルのインディシャルアドミタンス 第2図に示したようにコイルの電流密度を i (A/m) とおき、 z 方向に単位長さの積分路を考えると

$$\oint \mathbf{H} \cdot d\mathbf{s} = i \dots (28)$$

より、コイル外部では $\mathbf{H} = 0$ であるから (10) 式から

$$i = H(\alpha, T) \text{ (A/m)} \dots (29)$$

を得る。

ここで $V=1$ とおくと、上式は第1図に示した導体柱を含む円筒コイルの単位長さあたりのインディシャルアドミタンス $a_0(t)$ を与えることになる。すなわち

$$a_0(t) = A \left(\frac{t}{\mu \sigma r_2^2} \right) \dots (30)$$

ここで

$$\begin{aligned} A \left(\frac{t}{\mu \sigma r_2^2} \right) &= A(T) = \frac{1}{V} H(\alpha, T) \\ &= \frac{\sigma}{\pi} \left(\frac{T}{\alpha^2 + \frac{\mu_0}{\mu} (1 - \alpha^2)} \right) \\ &+ \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\alpha^2 J_0(p_n)}{p_n^3 \left\{ J_1(p_n) \left(\frac{\mu_0}{\mu} \cdot \frac{1 - \alpha^2}{2} + \frac{\alpha^2}{p_n^2} \right) \right.} \\ &\left. \times \left(1 - \varepsilon \frac{p_n^2}{a^2} T \right) - \frac{\alpha^2}{2 p_n} \{ J_0(p_n) - J_2(p_n) \} \right\} \end{aligned} \dots (31)$$

(2.3) 単層円筒コイルのインディシャルアドミタンス 次にコイルがいままでのように1ターンでなく、 z 方向単位長さあたり n ターンの密度で巻いた単層円筒コイルの場合について考える。コイルの半径は前と同様に r_2 であり、巻線のピッチが充分細く、巻線電流 I は ϕ 方向成分しかないと思なし、抵抗および縁効果を無視することも前と同様である。

もし nI が前の場合の i と同じであれば、(27) 式と同じ H の表式を用いて

$$H(\alpha, T) = nI \dots (32)$$

が成立する。いまコイルの z 方向有効長さを l 、印加電圧を V' とすれば、このときのコイル1ターンあたりの電圧 V'/nl は先の V と同じとなるから、この場合のインディシャルアドミタンスは先の場合の $1/n^2 l$ となるのがわかる。すなわち

$$a(t) = \frac{1}{n^2 l} A \left(\frac{t}{\mu \sigma r_2^2} \right) \dots (33)$$

で与えられる。

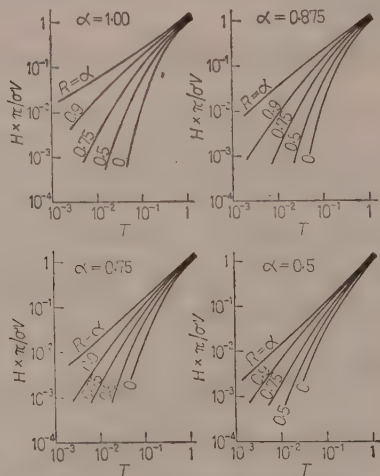
以上の考察では電源の容量は無限大で、電源、給電線のインピーダンスおよびコイルの抵抗とコイル外部への漏れ磁束は0と仮定した。これらの影響を解析的に考察することはむずかしいが、後述の等価回路を採用して Network analyzer で模擬回路を作れば、回路現象を簡単に実測できる。このように複雑な場合の導体柱内部の磁束分布を求めるには、上記のコイル端子電圧の実測波形から、重ね合せの理によって (26) 式にしたがって近似的に数値計算を行うことができる。

3. 磁界の浸透

前章で求めた解にしたがって数値解を求め、導体柱内部の磁界の変化の模様を知ることによって、印加磁界が導体柱内部へ浸透する経過について考察できる。

(27) 式にしたがって導体柱の透磁率を μ_0 とした場合に、実用的な α の範囲について数値解を求めた結果を第3図に示した。ただし係数 $\sigma V/\pi$ は省いてある。

この結果は α が大なるほど、真空領域の影響が大きく、導体柱内部への磁束の浸透が妨げられることがわかる。磁界の浸透に要する時間の一例として、たとえば $\alpha=0.875$ のとき、 $R=0.9\alpha$ の点の磁界の強さが $R=\alpha$ の点での値の $1/3$ に達するのはほぼ $T=0.01$



第3図 導体柱内部の起磁力の分布および時間的変化

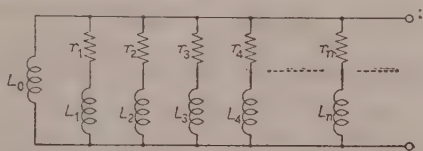
のときであるが、導体柱の導電率を $\sigma=10^7 \Omega\text{m}^{-1}$ 、(この値は約 500 万度の理想的な静止プラズマのそれに相当する⁽³⁾) 半径を $r_2=0.1\text{m}$ とすれば、これは $t=1.25\text{ms}$ に相当する。

4. 等 価 回 路

(26) 式に求めたコイルのインディシャルアドミタンスは

$$a(t) = Xt + \sum_{n=1}^{\infty} Y_n(1 - e^{-Z_n t}) \dots\dots\dots (34)$$

の形であるから、インダクタンス 1 個とインダクタンスと抵抗の直列回路を無限に並列に結合した、第 4 図



第 4 図 導体柱を含むコイルの等価回路

のようなコイルの等価回路を導くことができる。(33) 式にしたがい nl ターンの単層円筒コイルの等価回路の定数を与えれば次のようになる。

$$L_0 = \frac{1}{X} = \mu\pi n^2 l r_2^2 \left\{ \alpha^2 + \frac{\mu_0}{\mu} (1 - \alpha^2) \right\} \dots\dots\dots (35)$$

$$r_n = \frac{1}{Y_n} = \frac{\pi n^2 l p_n^3}{\sigma \alpha^2 J_0(p_n)} \times \left[J_1(p_n) \left(\frac{\mu_0}{\mu} \cdot \frac{1 - \alpha^2}{2} + \frac{\alpha^2}{p_n^2} \right) - \frac{\alpha^2}{2 p_n} \{ J_0(p_n) - J_2(p_n) \} \right] \dots\dots (36)$$

$$L_n = \frac{1}{Y_n Z_n} = \frac{\mu\pi n^2 l r_2^2 p_n}{J_0(p_n)} \times \left[J_1(p_n) \left(\frac{\mu_0}{\mu} \cdot \frac{1 - \alpha^2}{2} + \frac{\alpha^2}{p_n^2} \right) - \frac{\alpha^2}{2 p_n} \{ J_0(p_n) - J_2(p_n) \} \right] \dots\dots (37)$$

この等価回路によって、コイルの抵抗や外部回路の影響を導入できることは前に述べたとおりである。

次に $\mu=\mu_0$ として、 $\alpha=1.0, 0.875, 0.75, 0.50$ のおのおの場合についての計算結果を示す。

(1) $\alpha=1.0$ のとき

$$a(t) = \frac{\sigma}{\pi n^2 l} \{ T + 0.0680(1 - e^{-14.7T}) + 0.0203(1 - e^{-49.3T}) + 0.00969(1 - e^{-103T}) \}$$

$$+ 0.00562(1 - e^{-178T}) + 0.00368(1 - e^{-271T}) + 0.00150(1 - e^{-386T}) + \dots\dots\}$$

(2) $\alpha=0.875$ のとき

$$a(t) = \frac{\sigma}{\pi n^2 l} \{ T + 0.0555(1 - e^{-15.0T}) + 0.0113(1 - e^{-51.6T}) + 0.00352(1 - e^{-117T}) + 0.00137(1 - e^{-197T}) + 0.000622(1 - e^{-307T}) + 0.000318(1 - e^{-445T}) + \dots\dots\}$$

(3) $\alpha=0.75$ のとき

$$a(t) = \frac{\sigma}{\pi n^2 l} \{ T + 0.0340(1 - e^{-16.4T}) + 0.00403(1 - e^{-62.3T}) + 0.000907(1 - e^{-142T}) + 0.000295(1 - e^{-256T}) + 0.000121(1 - e^{-406T}) + 0.0000578(1 - e^{-590T}) + \dots\dots\}$$

(4) $\alpha=0.5$ のとき

$$a(t) = \frac{\sigma}{\pi n^2 l} \{ T + 0.00727(1 - e^{-28.0T}) + 0.000418(1 - e^{-127T}) + 0.000075(1 - e^{-305T}) + 0.0000224(1 - e^{-562T}) + 0.0000095(1 - e^{-897T}) + 0.00000422(1 - e^{-1320T}) + \dots\dots\}$$

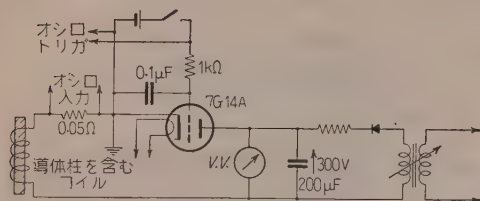
この結果から等価回路の定数を求めることは簡単である。一例をあげれば、 $\alpha=0.875$ のとき

$$L_0 = \mu_0 \pi n^2 l r_2^2 \quad (\text{H}) \\ L_1 = 1.20 \mu_0 \pi n^2 l r_2^2 \quad r_1 = 18.0 \pi n^2 l / \sigma \quad (\Omega) \\ L_2 = 1.72 \mu_0 \pi n^2 l r_2^2 \quad r_2 = 88.5 \pi n^2 l / \sigma \\ L_3 = 2.43 \mu_0 \pi n^2 l r_2^2 \quad r_3 = 284 \pi n^2 l / \sigma$$

α が上記の値からはずれていても、1 と 0.5 の間にあれば (これが実用的な領域でもある) 上記の数値解をグラフ上で内そうすることによって、だいたい正確に論ずることができる。また $\mu \neq \mu_0$ の場合も同様にして計算できる。

5. 検 討

第 2 章で得た解析的結果は無限級数からなっているが、その収束は $a(t)$ の数値計算の結果からもわかるとおり比較的急速であって、コイルの電気的特性を知るためには 3~4 項程度とれば実用上充分である。

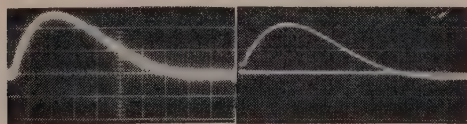


第5図 実験回路

上記の解析および計算結果の正当性を確かめるために、銅棒を中心導体棒とした円筒状のソレノイドコイルを用いて実験を行った。第5図は実験の回路を示したもので、充電したコンデンサをこのコイルを通じて放電し、その電流を測定した。放電回路のスイッチにはサイラトロン 7G14A を使用した。コイルの形状寸法は次のとおりである。

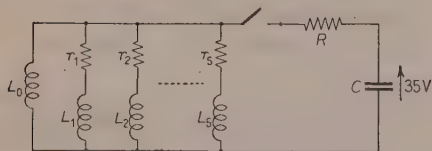
導体柱	銅棒 900×100φ
コイル	565×114φ(平均径) ($\alpha=0.875$ に相当), 巻数 315, 巻層数 3, 巻線は約 0.8 mm ² のより線を 2 本並列に使用, 巻線抵抗 2.00 Ω

コイルのみのインダクタンスは端部の補正を加えないで計算すると約 2.3 mH である。コンデンサは 200 μF の容量のものを使用した。0.05 Ω の同軸シャントを用いて得た測定波形は第6図(a)に示したとおりである。



(a) 第5図の実験回路による測定波形 (波高値: 92 A)
(b) 模擬回路による測定波形 (波高値: 0.105 A)
(横軸はいずれも 0.2 ms/目盛)

第6図



C: 2.00 μF, L_0 : 231 mH, L_1 : 271 mH, L_2 : 385 mH, L_3 : 546 mH, L_4 : 835 mH, L_5 : 1,190 mH, R : 205 Ω
 r_1 : 17.1 Ω, r_2 : 84.0 Ω, r_3 : 270 Ω, r_4 : 692 Ω, r_5 : 1,530 Ω

第7図 実験回路の等価回路

第7図は上記の実験装置を(24)式の級数部分の第6項までを用いて模擬した回路である。ただし時間スケールを 1, インピーダンススケールを 100 に選んだ。スイッチにはテレホンリレーを用いた。その実測波形を第6図(b)に示した。両実験結果はきわめてよい一致を示し、これまでの理論および計算結果が正しかったことを示している。

導体柱が存在しないとき、コイルは等価回路の L_0 のみで表われ、したがってその際の電流波形は単振動であって、導体柱が存在する場合には、これに比べて第1半波の波頭に達する時間は約 0.4 倍、同波頭値は約 1.55 倍となっていることがわかる。

6. 結 論

従来単一周波数の交流起磁力の印加の場合しか取り扱われたことが無かったこの種のコイルについて、一定電圧が突然コイル端に印加された際の磁界の分布が解かれ、これからコイルの電流、インディシャルアドミタンスならびに等価回路を解析的に求めることができた。ついで実用的な範囲について無次元化した数値計算を行ったが、この結果はさまざまな導電率や半径の導体柱の場合に容易に適用できる。コンデンサを電源とした銅円柱入りのコイルで実験した結果、理論の正当性の確認およびこの種の振動回路の現象についての理解が得られた。ことにコイルの等価回路の導出はコイルと電源とからなる複雑な回路現象の解明に種々役立つであろう。実際にこの結果を金属の誘導加熱について直ちに利用できることは明らかであるが、プラズマの軸方向磁界による圧縮の場合についても、先に述べたようにある範囲では近似的に適用できよう。プラズマの問題についてはこの理論を第一歩として、適当なプラズマのモデルを用いてさらに計算を進めてゆく所存である。

最後に解析計算にあたって種々ご教示をいただいた当研究所下地技師、ならびに Network analyzer による模擬回路の実測を担当していただいた森本技師に深甚の感謝を表する。(昭和 34 年 10 月 30 日受付)

文 献

- (1) J. H. Adlam & J. E. Allen: Second Geneva Conference, Session A-5 p/1 (1958)
- (2) 北村: 電試研 563 号(昭 32); C. H. Tudbury: Trans Amer. Inst. Elect. Engrs No. 59-64
- (3) Spitzer: Physics of Fully Ionized Gases.

UDC 621.391.823: 621.315.21.015.3

衝撃電流により連接接地網および制御回路に誘起される電圧について**

正員 山村 豊† 正員 善波正夫† 正員 吉川平八郎††
正員 小島基利†† 正員 横 沢 転†† 正員 藤沢喜行†††

資料 論文

35-54

1. ま え が き

衝撃大電流によって低圧制御回路に誘導される電圧は、超高圧大容量変電所における場合のように、被誘導線のこう長が長く、しかもしゃへいのないビニールケーブルが使用されるとき問題となり、現に新愛本変電所においては、黒部幹線第1号鉄塔の雷撃時に低圧回路の絶縁破壊を経験している。このような障害は、低圧制御回路用ケーブル自体よりも、その両端に接続された機器、特に計器の絶縁に大きな脅威となる。

制御回路に誘導される電圧は、埋設地線との相対的位置によっても大いに影響され、場合によっては埋設地線の衝撃大電流による浮上がり電圧が直接制御ケーブルに侵入することもある。(1)~(7)

本論文は変電所に衝撃電流が流れたとき、制御ケーブルに誘導される電圧の程度を明らかにし、埋設地線をどのように布設すれば、地線の浮上がりおよび制御ケーブルの誘導電圧を小さくできるか、また金属外被あるいは並行導体による衝撃誘導電圧のしゃへい効果はどの程度であるかを明らかにしたものである。

実験*は関西電力東大阪変電所建設用地を利用し、昭和34年1月26日より2月3日に至る間関西電力、大阪大学、住友電工の共同で行い、その結果に理論的な検討を加えた。

* 参加人員 小島基利、上田成夫、田中淳夫、横 沢 転、石井行雄、松本満州男（関西電力技研）、貝野政弘、山下義雄、岡田達也（関西電力変電課）、菅原孝三郎、原 伊三、福永靖英（関西電力近畿支社）、山村 豊、善波正夫、岩川泰而、生田登喜彦、清水雅之（大阪大学）、藤沢喜行、高田 満、安井貞三、井土守、新垣永元、増田邦郎（住友電工）

** On the Voltage of the Interconnective Earth Network and Control Circuit Induced by Impulse Current. By Y. YAMAMURA, Member, M. YOSHINAMI, Member, (Faculty of Engineering, Osaka University), H. YOSHIKAWA, Member, M. KOJIMA, Member, U. YOKOZAWA, Member, (Kansai Electric Power Corporation) & Y. FUJISAWA, Member, (Sumitomo Electric Industries Ltd.).

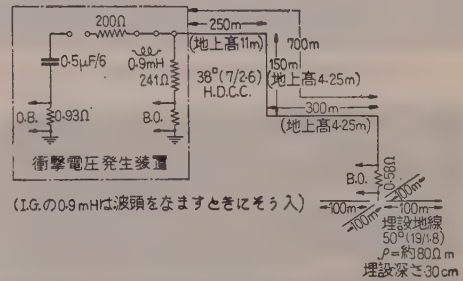
† 大阪大学工学部

†† 関西電力株式会社技術研究所

††† 住友電気工業株式会社

2. 試 験 方 法

試験回路は第1図に示すとおり、4.25 m (平均値) の高さにある架空線より、衝撃電流を埋設地線に流入させ、埋設地線 (地下 30 cm の所に埋設) の直上の地表面、あるいは埋設地線の直上から平行に 1 m, 5 m, 10 m 離れた地表面上に置かれた各種 ケーブルに誘起する電圧を高速度 ブラウン 管 オシログラフで測定した。



第1図 試験回路

第1表 供試ケーブル (長さ 100 m)

供試ケーブル No.	品 名	仕 様
1	PVC コントロ ルケーブル	5.5 in×4 心 シャへいなし
2	通信ケーブル	1.3 mm×8 P PE 絶縁 PVC シース 0.1 mm 軟アルミテープしゃへい
3	〃	1.6 mm×10 P PE 絶縁 PVC シース 0.1 mm 軟銅テープしゃへい
4	複合通信ケーブル	1.2 mm×4 P, 0.9 mm×30 φ 複合 PE 絶縁 PVC シース 0.2 mm アルミニウ ム立て巻しゃへい銅帯外被

埋設地線は、実測結果の解析を容易にして、しかも種々な状態を実現できるよう第1図に示すように架空線と平行方向と、それと直角方向にそれぞれ 200 m の長さで十字に設け、十字点で切断して端子を引き出し、任意の接続となしうようにした。

供試ケーブルは第1表に示すような4種類のもので、長さはすべて 100 m である。

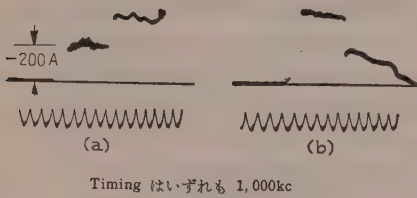
衝撃電圧発生装置の主体は 0.5 μF のコンデンサ 6 個であり、これを並列充電式の多段衝撃電圧発生装置

として用いた。架空線に $200\ \Omega$ の直列抵抗を通じて約 $-200\ \text{A}$ の衝撃電流が流入するような電圧を加えた。したがって $-200\ \text{A}$ の電流進行波が架空線の端末に到達すると、インピーダンスの低い埋設地線に接続されているので、その瞬間 $-400\ \text{A}$ の電流が埋設地線に流入する結果となる。

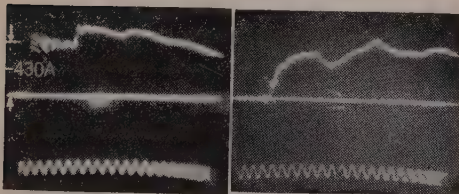
印加衝撃電圧の波頭をゆるやかにするには、第1図に示したように直列にインダクタンスをそう入した。

3. 測定結果

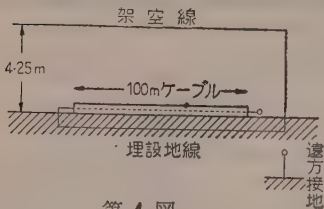
(3.1) 衝撃電流波形 第2図(a)は印加点における架空線電流波形であり、(b)はそのとき架空線に生じた電圧である。電流波形の中央付近の段は端末から



第2図 印加点の電流電圧



(a) 急しゅん波頭 (b) 緩波頭
第3図 埋設地線に流入する電流



第4図

第2表 ケーブルの誘起電圧 (最大値)

ケーブルの種類	設置位置 (m)	ケーブル心線と遠方接地との電圧 (V)	ケーブル心線と埋設地線との電圧 (V)
1	0	+6,400	+10,400
2	"	"	+9,400
3	"	+5,800	+9,200
4	"	+6,200	+9,100
1	1	+7,200	+11,400
"	5	"	+10,000
"	10	+4,300	+8,800

注: (1) 埋設地線に流入する衝撃電流は $-430\ \text{A}$ 。
(2) 電圧の値にはセットの誘導電圧を含む。

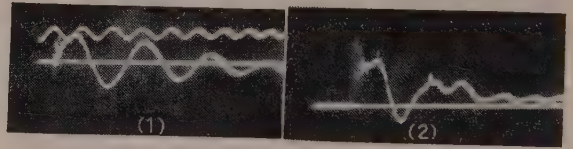
の反射波が帰ってきた点である。

第3図は埋設地線に流入する電流で (a) は急しゅん波頭, (b) は緩波頭の場合である。印加電流は衝撃電圧発生装置のつごう上すべて負の値である。

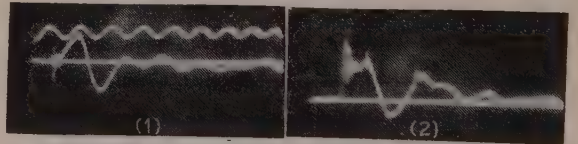
(3.2) 架空線の直下に置かれたケーブルに誘起される電圧 第4図のように架空線の直下の地表面下 $30\ \text{cm}$ に、 $100\ \text{m}$ の長さにわたって埋設地線を設け、その地表上に置いたケーブルの一端を図のように埋設地線に接続し、架空線と埋設地線との接続点に近いほうのケーブル端を開放しておいて、その点の遠方接地との電圧および埋設地線との電圧を測定した。代表的なオシログラムを第5図 (a)~(d) に示す。また測定結果は第2表のごとくである。

(3.3) 架空線と反対方向におかれたケーブルに誘起される電圧 架空線の延長方向の地表面下 $30\ \text{cm}$ に $100\ \text{m}$ の長さにわたって埋設地線を設け、(第6図) その地表上に置かれたケーブルの電圧を (3.2) 節の場合と同様にして測定した。代表的なオシログラムを第7図に示す。また測定結果は第3表のようである。

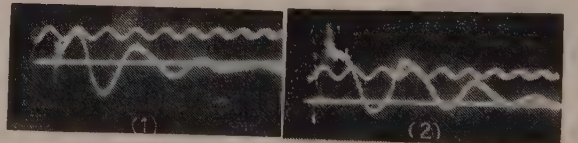
(3.4) 埋設地線の浮上がり電圧 埋設地線に架空線からの衝撃電流が流入したときの浮上がり電圧を、



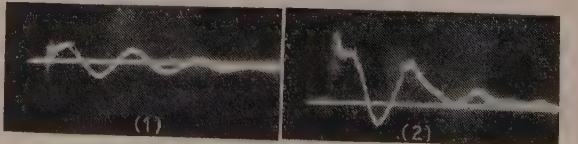
(a) ケーブルが埋設地線の直上におかれた場合



(b) ケーブルが埋設地線の直上から平行に $1\ \text{m}$ 離しておかれた場合



(c) ケーブルが埋設地線の直上から平行に $5\ \text{m}$ 離しておかれた場合



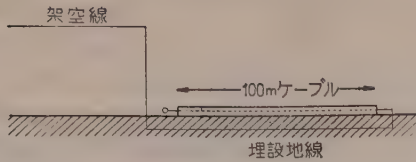
(d) ケーブルが埋設地線の直上から平行に $10\ \text{m}$ 離しておかれた場合 (Timing はいずれも $500\ \text{kc}$)

(1): ケーブル心線と遠方接地との電圧

(2): ケーブル心線と埋設地線との電圧

注: 以下オシログラムのスケールは第8図(c)および第16図を除き同じ

第5図 ケーブルに誘起される電圧波形



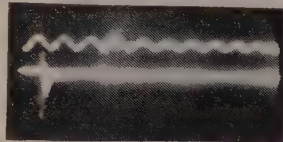
第 6 図

遠方接地に対して測定した。

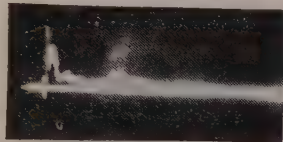
第 8 図 (a) および (b) は急しゅん波頭の電流を印加したときのオシログラムで、(a) 図は架空線の下に長さ 100 m、深さ 30 cm の埋設地線がある場合であり、(b) 図は同様な地線が印加点から両方に 100 m 設け

られた場合である。(c) 図は緩波頭の電流〔第 3 図 (b) 参照〕を印加したときの浮上がり電圧波形である。

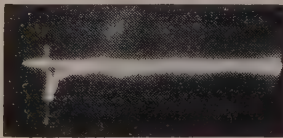
(3・5) 印加点に遠い端における ケーブルの誘起電圧 架空線の延長方向の地表面下 30 cm に 100 m の長さにわたって埋設地線を設け、その地表上にケーブルをおき、第 9 図のように印加点に近いケーブルの一端を印加点に結び、ケーブルの他端を開放して、その点の遠方接地 との 電圧 および 埋設地線との電圧を



(a) ケーブル心線と遠方接地との電圧
(Timing 500 kc)



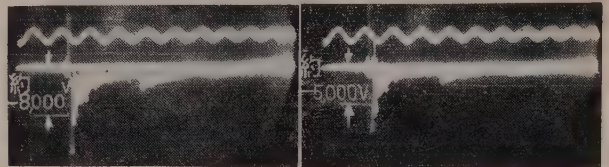
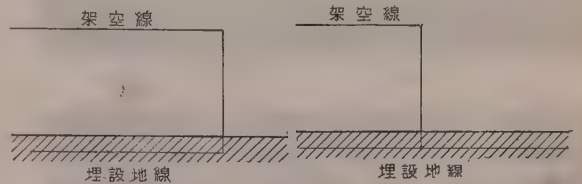
(b) ケーブル心線と埋設地線との電圧



(c) 金属シース両端を埋設地線に接続したときのケーブル心線と遠方接地との電圧

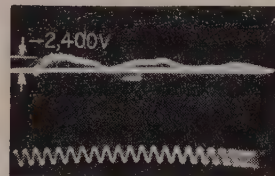
ケーブルは埋設地線の直上

第 7 図 架空線の延長方向に設けられたケーブルの電圧波形



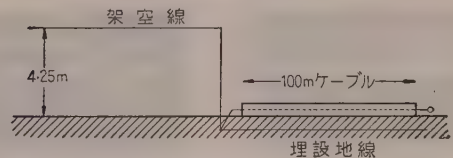
(a) Timing 500 kc
印加電流 -430 A

(b) Timing 500 kc
印加電流 -430 A



(c) Timing 1,000 kc
(a) 回路にて印加電流 -345 A
立上がり時間 3 μs の緩頭波を加えたとき (-2,400 V)

第 8 図 埋設地線の浮上がり電圧波形



第 9 図

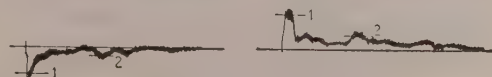
第 3 表 架空線の延長方向に設けられたケーブルの誘起電圧

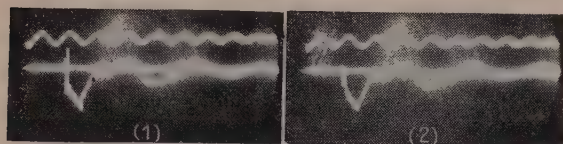
ケーブルの種類	設置位置 (m)	ケーブル心線と遠方接地との電圧 (V)	ケーブル心線と埋設地線との電圧 (V)	金属シース両端を埋設地線に接続したときのケーブル心線と埋設地線との電圧 (V)
3	0	-4,000, -1,600	+7,900, +4,000	-6,800, -2,500
"	1	-2,500, -1,000	+9,400, +4,800	" "

注: (1) 埋設地線に流入する衝撃電流は -430 A。

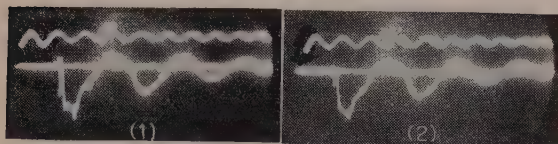
(2) 電圧の値にはセットの誘導電圧をも含む。

(3) 電圧の読みの二つ書いてあるのは下図の 2 箇所で読んでいる。

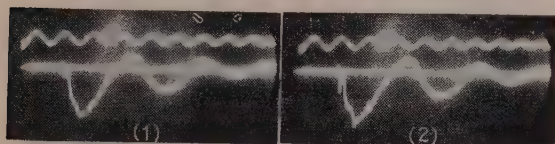




(a) ケーブルが埋設地線の直上におかれた場合



(b) ケーブルが埋設地線の直上から平行に 1m 離しておかれた場合

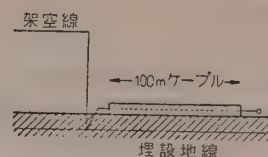


(c) ケーブルが埋設地線の直上から平行に 5m 離しておかれた場合

(1) ケーブル心線と遠方接地との電圧

(2) ケーブル心線と埋設地線との電圧

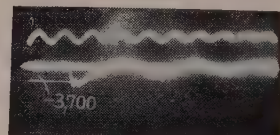
第 10 図 印加点に近い端におけるケーブルの誘起電圧波形



第 11 図



(a) ケーブル心線と遠方接地との電圧



(b) ケーブル心線と埋設地線との電圧

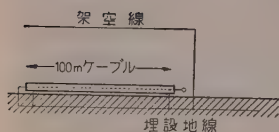
ケーブルが埋設地線の直上から平行に 1m 離しておかれた場合

第 12 図 架空線下にも埋設地線がある場合の印加点に近い端におけるケーブルの誘起電圧波形

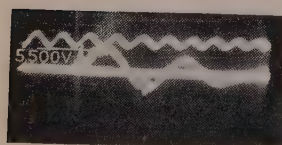
第 4 表 印加点に近い端におけるケーブルの誘起電圧

ケーブルの種類	設置位置 (m)	ケーブル心線と遠方接地との電圧 (V)	ケーブル心線と埋設地線との電圧 (V)
3	0	- 8,300	- 7,900
"	1	- 9,500	- 9,200
"	5	-10,400	-10,200

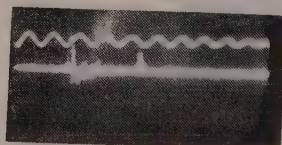
注: 埋設地線に流入する衝撃電流は-430 A



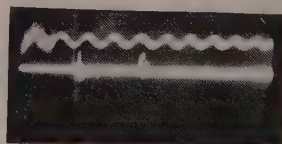
第 13 図



(a) ケーブル心線と埋設地線との電圧



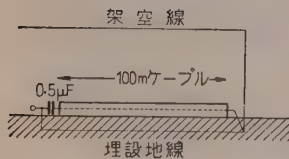
(b) 金属シース両端を埋設地線に接続時のケーブル心線と埋設地線との電圧



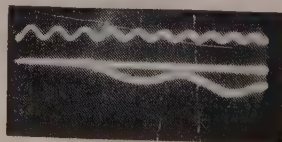
(c) 同一条件で測定装置の端子を短絡してオシログラフを動作させたときの電圧波形

Timing はいずれも 500 kc, ケーブルは埋設地線の直上におかれている

第 14 図 金属シース付ケーブルの誘導電圧波形

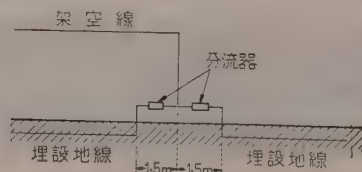


第 15 図



ケーブル心線と遠方接地との電圧, Timing 500 kc (-2,700 V) ケーブルは埋設地線の直上におかれている

第 16 図 ケーブルの端にコンデンサをそう入した場合の誘起電圧 (緩波頭電流の場合)



第 17 図

測定した。代表的なオシログラムを第 10 図に示す。また測定結果は第 4 表のようである。

また第 11 図のように架空線下にも埋設地線がある場合の、ケーブル他端と遠方接地との電圧、および埋設地線との電圧の代表的なオシログラムは第 12 図のようである。

(3・6) 金属シース付ケーブルの誘起電圧 第 13 図のように埋設地線の直上の地表面に金属シース付ケーブルを置き、ケーブル心線と埋設地線との間の電圧を金属シースを接地しない場合と、両端を埋設地線に接地した場合とにつき比較した。代表的なオシログラムは第 14 図のようである。なお第 14 図 (c) は (b) の場合と同一条件で測定装置の入力端子を短絡してオシログラムを動作させ、測定装置に誘導される電圧を測定したものである。(b) 図と (c) 図とはほとんど同形である。

(3・7) ケーブルの端にコンデンサをそう入した場合のケーブルの誘起電圧 第 15 図のように、架空線下で埋設地線の直上にケーブルを置き、印加点に近い端を埋設地線に接続し、他端に $0.5\mu\text{F}$ のコンデンサをそう入し、この点と遠方接地との間の電圧波形を測定した場合の代表的なオシログラムは第 16 図のようである。

4. 測定結果に対する検討

ケーブルに誘起される電圧は大別して、衝撃電流が流れている架空線からの誘導によるもの、ケーブルの接続されている埋設地線の浮上り電圧がケーブルに侵入するために生ずるもの、および埋設地線電流からの影響によるものとに分けられる。

(4・1) ケーブルの誘導電圧 第 5 図 (a)-(1) のオシログラムはケーブルを電圧印加架空線の直下 (埋設地線の直上) に置き、他端の心線を埋設地線に接続し、衝撃電流流入点付近で、ケーブル心線と衝撃電流の流入していない地線 (遠方接地) との間の電圧を測定したものである。電流流入点から 100 m も離れた地線の電位はあまり上昇していないので、この場合の電圧は大部分が衝撃電流による誘導電圧である。

ケーブルを架空線の直下にある埋設地線の直上から平行離隔距離を大にしても、第 2 表で見られるように最大誘起電圧はあまり変わらず、むしろ 1~5 m 離れた場合のほうが大きい値である。これは架空線からの誘導電圧は直下が最大であるはずであるが、埋設地線に近いため、埋設地線の電流により架空線からの誘導電圧がある程度減殺されるためであると考えられる。10 m 以上も離すと架空線から速くなり、誘起電圧は

小さくなる。

前記のケーブルに誘起される電圧には振動波形が現われている。この振動と第 10 図 (1) の振動とは同様である。第 10 図 (1) は架空線からの誘導がなく、ケーブルの一端から地線の浮上りによる衝撃電圧が加えられ、ケーブルと大地との回路の振動を生じた場合である。したがってケーブルが架空線に流れる急しゅんな衝撃電流からの誘導を受ける場合にも、誘起電圧がケーブル大地間の回路で振動を生ずるのがおもな波形となり、これに架空線を衝撃電流が往復反射して流れるための影響が加わっていることがわかる。これらの波形の振動周期は約 $5\mu\text{s}$ である。したがってこれから計算したケーブル大地間の伝搬速度は $80\sim 90\text{ m}/\mu\text{s}$ でかなり遅い値である。

第 5 図 (a)-(2), (b)-(2) などはケーブル心線と埋設地線間の電圧であり、架空線から直接ケーブルに誘導する電圧と、埋設地線の浮上り電圧とが加わった電圧波形である。

(4・2) 埋設地線の浮上り電圧 第 8 図 (a), (b) は、急しゅんな波頭の電流が流入した埋設地線と遠方接地との間の電圧であり、埋設地線の浮上り電圧を示す。また第 5 図 (a) あるいは (b) の (1), (2) の差をとれば、前記と同様な埋設地線の浮上り電圧が得られる。最大電圧は衝撃電流の流入した瞬間に生じ、その値は約 20 V/A となった。流入電流の波尾が長くても浮上り電圧は急速に低下する。浮上り電圧の第 2, 第 3 の山は架空線中の反射波が地線の位置に到達したときに対応している。

第 10 図 (a) と第 12 図 (a) とは、どちらも地線の浮上り電圧がケーブルを伝搬してきた電圧であるが、その差異は架空線直下における地線の有無である。地線が両方対称と考えられれば、並列に接続された場合にも、インピーダンスは片方だけの場合の $1/2$ 以下にはならないはずである。しかるに第 10 図 (b)-(1) の電圧にくらべ第 12 図 (a) の電圧は $1/2.4$ となっている。これは架空線の直下に設けた地線のほうが、反対側に設けたものより浮上りを押えるのに有効であることを示している。

第 17 図のような接続で両方の地線に流れる衝撃電流の割合を測定した結果 60% が架空線直下の地線に流れ、40% が反対側の地線に流れてゆくことが明らかとなった。このことから架空線直下の地線のほうが有効であることがわかる。

(4・3) ケーブルシースまたは他の導体によるしゃへい効果 第 14 図 (a) はケーブルのシースを接地しない場合のケーブル心線と埋設地線との間の電圧で

ある。これに対しシースを両端で埋設地線に接地すると、第 14 図 (b) に示すように、心線と埋設地線間の電圧がほとんど零となる。図には高い周波数の振動波形が若干残っているようであるが、同一条件で測定装置の端子を短絡してオシログラフを動作させたときの波形第 14 図 (c) とほとんど同じ波形であることから、シースの両端を地線に接地すれば、衝撃電流に対するしゃへいはほとんど完全で、心線と地線間には電圧の生じないことがわかる。

通常の鉛被ケーブルの商用周波数における鉛被のしゃへい効果は、 ωL にくらべ鉛被の抵抗 R がかなり大きい割合となるのであまり充分でない。しかし衝撃電流に対しては ω が非常に大きい場合に相当するので、抵抗の大きいシースでも充分なしゃへい効果を期待することができる。

シースのない 4 心ケーブルの 1 線をしゃへい線として、両端を埋設地線に接続したときの、他の心線と埋設地線との電圧は、心線全部を開放して測定した電圧の波高値が約 10,000 V であるのに対し、約 3,000 V に下がっている。3,000 V の中には測定装置に直接誘起する電圧をも含まれていたもので、実際の値はさらに低い値となる。したがって他の心線をしゃへい線として用いてもかなり効果がある。

シースのないケーブルに他のケーブルを添わせて、その両端を地線に接地した場合は心線と地線間の電圧が約 1/2 の 5,000 V となった。添わせ方が充分でなかったため、添わせ方をよくすればさらによいしゃへいが期待できる。

(4.4) 埋設地線電流によるケーブルへの誘導 架空線と反対方向に埋設地線 (深さ 30 cm) が設けられ、その地表面にケーブルがある場合、ケーブルには架空線からの直接の誘導はないが、埋設地線に流入した電流のための影響がある。第 7 図および第 3 表がこの場合の実測結果である。ケーブルには地線の浮上がりと同様な電圧が誘起されており、当然なことであるが、ケーブルが地線の直上に置かれた場合のほうが 1 m 離して置かれた場合より誘起電圧が大きくなっている。

(4.5) コンデンサそう入による保護効果 金属シースのないケーブルの誘起電圧を抑制する方法として、ケーブルの末端に避雷器を設け、その放電開始電圧および制限電圧が低ければケーブルを充分保護できることはいうまでもない。ただし避雷器の動作により制御ケーブル本来の動作に支障をきたさないよう注意が必要である。

ケーブルの端にコンデンサをそう入した場合は第 16

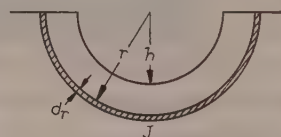
図のオシログラムのようである。0.5 μ F のコンデンサをそう入した場合で波頭は非常にゆるやかになっているが、最大値は約 1/2 程度に低減されているにすぎない。架空線からケーブルに誘導する電圧が静電誘導ではなく、電磁誘導である場合および地線の浮上がり電圧が侵入する場合に、電圧の抑制を充分にするためには、かなり大きな静電容量をそう入する必要がある、つごうがわるいのである。

5. ケーブルの誘導電圧および埋設地線の浮上がり電圧の理論的考察

(5.1) ケーブルの誘導電圧 架空線に衝撃電流が伝搬すると、それに応じてケーブルの各部に誘導電圧が生じ、これがケーブルを伝搬して端末に至り電圧を生ずるものと考え

られる。

まず最初架空線に流れる方形波衝撃電流により生ずる大地各部の電流



第 18 図

密度および電界を計算する。大地の表面における電界を計算するにあたって、Rüdenberg 氏⁽⁸⁾の考え方を採用し、第 18 図のように架空線の高さ h に相当する半径で大地を半円形の断面にくり抜き、その中心に架空線がある状態を考える。大地の固有抵抗を $S(\Omega\text{m})$ 、電流密度を $J(\text{A/m}^2)$ とすれば次式が成立する。

$$\frac{1}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial J}{\partial r} \right) = \frac{\mu_0}{2S} \cdot \frac{\partial J}{\partial t} \quad \dots\dots\dots (1)$$

ただし、 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$

この式を満足する J は次式のようである。

$$J = \frac{K}{t} \varepsilon^{-\frac{\mu_0 r^2}{8St}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

ただし、 K : 定数

中心にある架空線の方形波衝撃電流を I とすれば、次式を満足しなければならない。

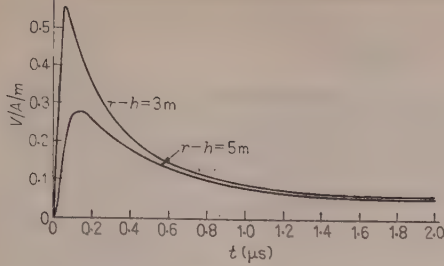
$$\begin{aligned} -I &= \int_h^\infty J \pi r dr = K \frac{\pi}{t} \int_h^\infty r \varepsilon^{-\frac{\mu_0 r^2}{8St}} dr \\ &= K \frac{4S\pi}{\mu_0} \varepsilon^{-\frac{\mu_0}{8St} h^2} \quad \dots\dots\dots (3) \end{aligned}$$

ゆえに

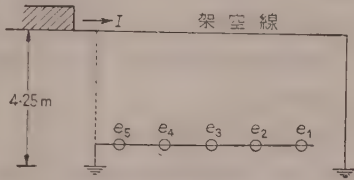
$$K = -I \frac{\mu_0}{4S\pi} \varepsilon^{\frac{\mu_0}{8St} h^2} \quad \dots\dots\dots (4)$$

大地の電流分布 J は (4) 式を (2) 式に代入して次式のようになる。

$$J = -I \frac{\mu_0}{4\pi St} \varepsilon^{-\frac{\mu_0}{8St} (r^2 - h^2)} \quad \dots\dots\dots (5)$$



第 19 図



第 20 図

したがって架空線に衝撃電流 I が流れたとき、大地の長さ x (m) 間に生ずる電界 e は次式ようになる。

$$e = SxJ = -Ix \frac{\mu_0}{4\pi t} \epsilon^{-\frac{\mu_0}{8St}(r^2-h^2)} \dots\dots (6)$$

架空線から r の距離の地表面上に置かれたケーブルの各部には、架空線に方形波衝撃電流が流れた場合 (6) 式で求められる電圧が発生する。(6) 式を $r-h=3$ m および 5 m について計算した結果が第 19 図である。この電圧がケーブルを両方向に伝搬する。簡単のため第 20 図のようにこれらの電圧がケーブル上に一定間隔に e_1, e_2, e_3, e_4, e_5 の 5 個所に誘起されるとする。

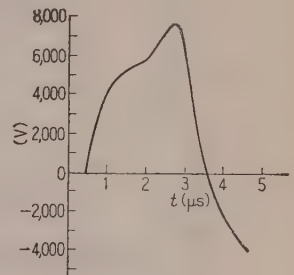
1 区間に相当する長さの架空線を衝撃波が伝搬するに要する時間を $2t_1$ 、1 区間の長さのケーブルを衝撃波が伝搬するに要する時間を $2t_2$ (架空線を伝搬中の減衰は省略) ケーブルを伝搬中の減衰係数を α 、架空線中の衝撃波の波頭が第 20 図のケーブルの左端の位置に達したときを時刻の原点とすれば、ケーブルの右端と遠方接地との間の電圧は次式により計算される。ただし、 $H(t)$ は t なる時間の遅れを表わす。

$$\begin{aligned} & 2\left\{\alpha \frac{e_1}{2} H(9t_1+t_2) + \alpha^3 \frac{e_2}{2} H(7t_1+3t_2) \right. \\ & + \alpha^5 \frac{e_3}{2} H(5t_1+5t_2) + \alpha^7 \frac{e_4}{2} H(3t_1+7t_2) \\ & + \alpha^9 \frac{e_5}{2} H(t_1+9t_2) + \alpha \frac{e_1}{2} H(11t_1+t_2) \\ & + \alpha^3 \frac{e_2}{2} H(13t_1+3t_2) + \alpha^5 \frac{e_3}{2} H(15t_1+5t_2) \\ & \left. + \alpha^7 \frac{e_4}{2} H(17t_1+7t_2) + \alpha^9 \frac{e_5}{2} H(19t_1+9t_2) \right\} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & + \alpha^{11} \frac{e_5}{2} H(t_1+11t_2) + \alpha^{13} \frac{e_4}{2} H(3t_1+13t_2) \\ & + \alpha^{15} \frac{e_3}{2} H(5t_1+15t_2) + \alpha^{17} \frac{e_2}{2} H(7t_1+17t_2) \\ & + \alpha^{19} \frac{e_1}{2} H(9t_1+19t_2) + \alpha^{11} \frac{e_5}{2} H(19t_1+11t_2) \\ & + \alpha^{13} \frac{e_4}{2} H(17t_1+13t_2) + \alpha^{15} \frac{e_3}{2} H(15t_1+15t_2) \\ & + \alpha^{17} \frac{e_2}{2} H(13t_1+17t_2) + \alpha^{19} \frac{e_1}{2} H(11t_1+19t_2) \\ & - \alpha^{21} \frac{e_1}{2} H(9t_1+21t_2) - \alpha^{23} \frac{e_2}{2} H(7t_1+23t_2) \\ & - \alpha^{25} \frac{e_3}{2} H(5t_1+25t_2) - \alpha^{21} \frac{e_4}{2} H(3t_1+27t_2) \\ & - \alpha^{29} \frac{e_5}{2} H(t_1+29t_2) - \alpha^{21} \frac{e_1}{2} H(11t_1+21t_2) \\ & - \alpha^{23} \frac{e_2}{2} H(13t_1+23t_2) - \alpha^{25} \frac{e_3}{2} H(15t_1+25t_2) \\ & - \alpha^{27} \frac{e_4}{2} H(17t_1+27t_2) - \alpha^{29} \frac{e_5}{2} H(19t_1+29t_2) \\ & - \alpha^{31} \frac{e_5}{2} H(t_1+31t_2) - \alpha^{33} \frac{e_4}{2} H(3t_1+33t_2) \\ & - \alpha^{35} \frac{e_3}{2} H(5t_1+35t_2) \dots\dots \} \dots\dots (7) \end{aligned}$$

ケーブルの長さを 100 m とし、 $r-h=5$ m, $t_1=10/280 \mu s$, $t_2=10/80 \mu s$, $\alpha=1$ すなわち減衰を省略し、 $I=-200$ A (接地点の流入電流は反射波のため 2 倍の

−400 A に相当する) として (7) 式によりケーブル端に生ずる電圧を求めた結果は、第 21 図のようである。(起伏の多い点の平均的の値を結んだ)

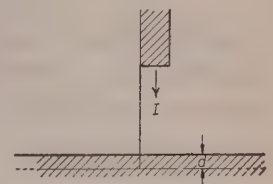


第 21 図

この結果は、実測結果の第 5 図 (c) と非常によく似た波形であり、最高電圧も計算値 7,600 V、実測値 7,000 ~ 7,200 V でよく一致している。

(5・2) 埋設地線の浮上がり電圧 第 22

図のように埋設深さが d (m) の無限に長い埋設地線



第 22 図

に垂直に単位関数波電流が流入した場合の埋設地線の大地に対する電圧については, Sunde 氏⁽⁹⁾が詳細な解析を行っており, 次式を与えている。

$\alpha vt > 1$ の範囲では

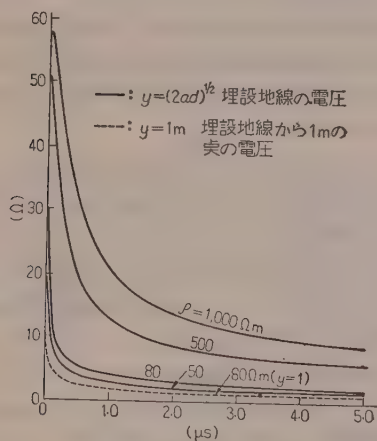
$$S(y \cdot t) = \frac{1}{4\pi} \left(\frac{\nu \rho}{2\pi t} \right)^{1/2} \exp \cdot Z \log \left(\frac{1.12}{Z} \right) \quad \dots\dots\dots (8)$$

$\alpha vt < 1$ の範囲では

$$S(y \cdot t) = \frac{(2\nu/K)^{1/2}}{4\pi} e^{-\alpha vt} \left\{ \left[1 + \frac{(\alpha vt)^2}{2} + \frac{1}{2} \left(\frac{\alpha y}{2} \right)^2 \right] \log \frac{tv + (t^2 v^2 + y^2)^{1/2}}{y} - \frac{1}{2} \left(\frac{\alpha vt}{2} \right)^2 (1 + y^2/t^2 v^2)^{1/2} \right\} \dots\dots\dots (9)$$

ただし, $Z = y^2 \nu / 16 \rho t$, $y = (2ad)^{1/2}$: 地線の電圧の場合, $y=1, 2, \dots$: 地線から 1 m, 2 m, ……離れた場所の電圧の場合, $\alpha = (2\nu/K)^{1/2} / 4\rho$, $\nu = 1,257 \times 10^{-6}$ (H/m), $K = \varepsilon \times 8,854 \times 10^{-12}$ (F/m), a : 埋設地線の半径 (m), d : 埋設の深さ (m), ρ : 大地の固有抵抗 (Ω m), ε : 大地の誘電率 (=10), v : 進行波の速度 [$(2\nu/K)^{1/2}$ m/s]

第 23 図は $a=0.0045$ m, $d=0.3$ m として (8), (9) 両式により計算したインピーダンス特性である。



第 23 図

実測結果である第 8 図 (b) においては, 印加点の浮上がり電圧は 1μ s の点で電流波高値 1 A あたり 4 V ($\rho=80\Omega$ cm) で第 23 図の 4Ω とよく一致している。

6. 結 論

今回行った試験の結果および理論的考察より, 低圧制御線へのサージ性誘導電圧について, その発生機構が明らかにされるとともに, シースによるしゃへい効

果がサージ性誘導電圧に対しては, きわめて顕著であることが確認された。

また, 埋設地線の施設方針, および低圧制御線の布設位置についての根本的な考え方を確立することができた。得られた結果を要約すると次のようである。

(1) ケーブルに誘起される電圧は, 大別して衝撃電流が流れている架空線からの電磁誘導によるものと, ケーブルの接続されている地線の電位の浮上がりケーブルに侵入するために生ずるものとに大別される。このほかケーブルにごく近い位置に衝撃電流の流入した埋設地線がある場合には, これからの誘導電圧もあるが, 埋設地線からの誘導は, 前 2 者の電圧にくらべ小さい値である。

(2) 架空線に流れる衝撃電流により, ケーブルに誘導される電圧は, 衝撃電流の波頭が非常に急しゅんな方形波の場合は, その波高値で誘起電圧の大きさが決まるものと考えられ, 今回の実験では, ケーブルが起誘導架空線の真下付近に設けられている場合に, だいたい $0.13 \sim 0.27$ V/A/m であった。

ある程度以上の緩波頭電流に対しては, 最大波頭しゅん度により誘導電圧が決まると考えられ, その値は波頭 3μ s の衝撃電流で実験した場合 $0.29 \sim 0.44$ V/A/ μ s/m であった。

ケーブルに誘起される電圧は, ケーブルの種類によりあまり変わらない。

(3) 地上に密接して置かれたケーブルと大地間のサージの伝搬速度は割合いに遅く $80 \sim 90$ m/ μ s であった。

(4) 埋設地線 (太さ 50 mm^2 , 埋設深さ 30 cm, 大地の固有抵抗 $\rho=80\Omega$ m, 長さ 100 m) の浮上がり電圧の波高値は架空線の直下に設けられたもので 20 V/A, 延長方向に設けられたもので 30 V/A であり, 架空線の直下に設けたほうが浮上がり電圧が低い。これらの電圧は時間とともに急に減少し, 1μ s 以下で半波高値に達している。長さ 200 m の埋設地線の中央に電流を流入させて実測した電圧特性は, Sunde 氏の式による計算とよく一致した。

(5) 架空線の延長方向に埋設地線 (50 mm^2) を深さ 30 cm に設け, これに衝撃電流を流入させ, 埋設地線上の地表面に長く張ったケーブルに誘起される電圧 (遠方接地との電圧) は, 埋設地線の浮上がり電圧の約 $1/3$ であり, 埋設地線の直上から 1 m 離れた位置に設けたケーブルに誘起される電圧は, 埋設地線の浮上がり電圧の約 $1/4.8$ であった。

(6) ケーブルの衝撃誘起電圧を抑制するもっとも有効な方法は, ケーブルシースの両端を埋設地線に接

地することで、ケーブル心線と地線との電圧はほとんど完全に零となる。

金属シースのないケーブルでは、一部の心線を利用し、その両端を埋設地線に接地すると、良好な衝撃誘起電圧の抑制効果が認められた。ケーブルと平行に両端を接地した別の導体を密接して設けてもかなりよいしゃへい効果が得られた。

(7) 金属シースのないケーブルに対しては、低圧回路用避雷器を設けると、過電圧を抑制できることはもちろんであるが、コンデンサを用いたのでは、かなり大きな静電容量のものをを用いない限り電圧抑制効果は充分でない。

(8) 衝撃電流の流れる架空線および埋設地線と平行にケーブルを設置する場合に、埋設地線の直上にケーブルを置いた場合より、これと 1~5 m 程度離して置いた場合のほうが、起誘導衝撃電流の流れる架空線からの距離が大となるにもかかわらず、かえってケーブルに誘起される電圧は高くなる。これは直下にある埋設地線に流れる衝撃電流のため、架空線からの誘導がある程度打ち消されるためである。ただし 10 m 以上 (架空線の高さ 4.5 m の場合) も離れると、誘起電圧は低下する。したがってケーブルを配置する場

合、雷サージ電流の流れる架空線からはできるだけ離すべきであるが、連接接地を行う発電所では、極力埋設地線にケーブルを近付けて設置すべきである。

(9) 埋設地線への衝撃電流の分布は、架空線の直下で、これと平行な帰路の地線にもっとも多くの電流が流れる。すなわち架空線直下に設けた埋設地線のほうが、反対側に設けたものより浮上がり電圧を押えるのに有効である。したがって発電所のサージに対する接地を有効に行うには、雷サージの侵入する可能性のある架空線の直下に電流の流れる方向にそって充分に埋設地線を設けるべきである。(昭和 34 年 11 月 12 日受付)

文 献

- (1) 絶縁協調委員会報告: 電学誌 **69**, 90 (昭 24)
- (2) 山村・木下: 電学誌 **73**, 1145 (昭 28)
- (3) 江口・橘川・麻生・中川: 電学誌 **74**, 161 (昭 29)
- (4) 電研・電発: 電研研究報告 電力 No. 560 (昭 31-7)
- (5) 東電・電研・東大: 雷害防止委員会資料 No. 244 (昭 30-3)
- (6) J. D. Humphreys: Proc. Instn. Elect. Engrs **104**, Pt. A, 383 (1957)
- (7) P. D. Morgan: E.R.A. Report F/T 71
- (8) Rudenberg: Transient Performance of Electric Power System p. 393 (Book)
- (9) Sunde: Earth Conduction Effect in Transmission Systems p. 263 (Book)

UDC 621.375.222:621.3.015.2

資料・論文

35-55

平衡形直結増幅器の電源変動によるドリフト*

正員 永 田 穰† 正員 阿部 善右衛門†

1. 緒 言

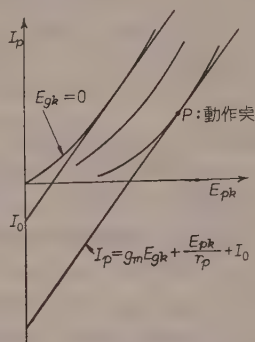
真空管による直結形直流増幅器は入力インピーダンスが高く、周波数特性がよく、測定器、安定化電源、低速度形アナログ計算機を初め工業的な応用面が広いが、原点の変動すなわちドリフトが比較的大きく、その適用範囲を制限している。ドリフトの原因としては、高圧およびヒータなどの電源の変動によるものが大きく、その影響についてはいままでもいろいろ検討されてきている。(1)~(5)(9)ところがプッシュプル形の平衡増幅回路では、高圧電源の変動のように同相に入力する変動成分は平衡され、その影響は著しく改善されるうえに、高圧電源としては高性能の帰還形安定電源を用いるため、そのドリフトはほとんどヒータ電源の変動によって左右されていた。後者によるドリフトは陰極の表面状態、その熱時定数などの複雑な要因があって、解析が困難であるうえに、蓄電池以外に安定度のよいヒータ電源がなく、実用的には電源変動によるドリフトの最大原因となり、そのため平衡回路においては、高圧電源の変動によるドリフトは詳細に検討されているとはいえない。

最近、トランジスタによる簡易、高性能のヒータ安定電源(7)(8)が実用化されるにおよんで事情は一変し、低ドリフトの直結増幅器の実用性と高圧電源の変動によるドリフトの再検討、定量的解析の必要が生じた。特に平衡回路でも、出力を不平衡でとり出す場合には陽極電源の変動の影響が従来あまり注意されていなかったが、著しく大きく、詳細な検討が必要となった。本稿では高圧およびヒータ電源の変動によるドリフトを直結増幅器として賞用されている平衡形増幅回路について理論的に解析し、各パラメータの影響を検討するとともに、数値例によって数値的概念を明確にし、電源変動によるドリフトの限界を明らかにした。

2. 解析の手順と仮定

(2.1) 真空管特性の直線近似 本稿の解析は真空管

の特性曲線を第1図のように動作点 P の近傍で直線近似した(1)式を基礎にして行う。



第1図 真空管特性の直線近似

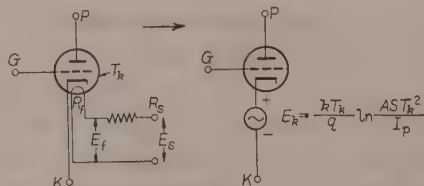
$$I_p = g_m E_{gk} + E_{pk}/r_p + I_0 \\ = g_m (E_{gk} + E_\phi) + E_{pk}/r_p \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 E_{gk} , E_{pk} はそれぞれ格子および陽極の陰極に対する電圧、 $I_0 = g_m E_\phi$ は第1図に示すように $E_{gk} = E_{pk} = 0$ の場合の(1)式の I_p の値であり、 g_m , r_p , μ は P 点における3定数である。(1)式の $I_0 = g_m E_\phi$ の項は直結形の回路を扱うため必要で、従来もしばしば用いられている。(4)これは陽極電流が3/2乗法則にしたがうこと、および陰極と他の電極との接触電位差に起因し、ヒータ電圧すなわちヒータの温度によって変動する。(1)式の内容の詳細は付録に示した。

(2.2) E_ϕ の変動 付録に示すように

$$E_\phi = \varepsilon + (\mu + 1)/\mu E_k \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここに、 ε は動作点によって決まる定数、 E_k は陰極温度によって変化する等価電源電圧で、第2図に示す値をもつ。(2)式において $\mu \gg 1$ とすれば



k : ボルツマン定数, T_k : 陰極温度, q : 電子の電荷, R_s : ヒータ電源の内部抵抗, A : 定数, E_s : ヒータ電源電圧, s : 陰極の表面積, R_f : ヒータの抵抗, E_f : ヒータ電圧

第2図 陰極の等価電源電圧

* The Theoretical Consideration of Drift-Level of Balanced Type Directcoupled Amplifier due to the Change of Supply Voltage. By M. NAGATA, Member & Z. ABE, Member (Hitachi Central Research Laboratory).

† 日立製作所中央研究所, 第12研究室

$$dE_{\phi} \sim dE_k \dots\dots\dots (3)$$

さて、 dE_k は陰極温度 T_k の変動によって生じ、後者はさらに周囲温度 T_0 およびヒータ電圧 E_s の変動によって生じ、それぞれ次の関係がある。(9)(10)

$$dE_k \sim \left(1.76 - 0.2 \log \frac{I_p}{S}\right) dT_k (\text{mV}) \dots\dots (4)$$

$$dT_k \sim \frac{2}{3} \cdot \frac{1,000}{1 - 0.24 \frac{R_s - R_f}{R_s + R_f}} \frac{dE_s}{E_s} (^\circ\text{K})$$

$$\sim 540 \left(\frac{dE_s}{E_s} \right) (^\circ\text{K}) \dots\dots\dots (5)$$

$$dT_k = \frac{4K_1 T_0^3 + K_2}{4K_1 T_k^3 + K_2} dT_0 (^\circ\text{K})$$

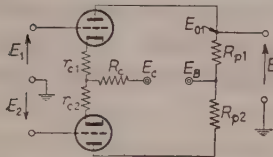
$$\sim (0.14 \sim 0.34) dT_0 (^\circ\text{K}) \dots\dots (6)$$

以上の結果を普通の小形受信管にあてはめると、およその数値として次のようになる。(10)

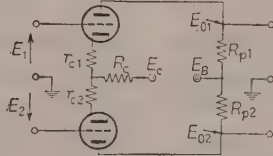
$$\left. \begin{aligned} dE_{\phi} &\sim 1,000 (dE_s/E_s) \quad (\text{mV}) \\ &\sim 0.4 dT_0 \quad (\text{mV}) \\ &\sim 1.8 dT_k \quad (\text{mV}) \end{aligned} \right\} \dots\dots (7)$$

3. 基本式の誘導

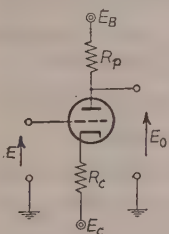
(1) 式を用いて平衡増幅回路の基本形とみられる第



第 3 図 不平衡出力の場合



第 4 図 平衡出力の場合



第 5 図 不平衡回路

$$\left. \begin{aligned} AI_{p1} + BI_{p2} &= E \\ aI_{p1} + bI_{p2} &= e \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (8)$$

ここに A, B, a, b は等価インピーダンス、 E, e は

等価電圧であって、次の値をとる。

$$\left. \begin{aligned} A &= R_{p1} + r_{p1} + (\mu_1 + 1)(R_c + r_{c1}) \\ B &= (\mu_1 + 1)R_c \\ a &= (\mu_2 + 1)R_c \\ b &= R_{p2} + r_{p2} + (\mu_2 + 1)(R_c + r_{c2}) \\ E &= \mu_1(E_1 + E_{\phi 1}) + E_B - (\mu_1 + 1)E_c \\ e &= \mu_2(E_2 + E_{\phi 2}) + E_B - (\mu_2 + 1)E_c \end{aligned} \right\} \dots\dots (9)$$

(7)式より出力電圧 E_0 は

$E_0 = E_{01} = E_B - I_{p1}R_{p1} = E_B - R_{p1}(bE - Be)/\Delta$
ここに Δ は (8) 式の行列式である。この式と (9) 式を用いて

$$\begin{aligned} \Delta E_{01} &= E_B \{ r_{p1} + (\mu_1 + 1)r_{c1} \} \{ R_{p2} \\ &\quad + (\mu_2 + 1)r_{c2} \} - (\mu_2 - \mu_1)R_{p1}R_c \\ &\quad + \{ (\mu_1 + 1) \{ R_{p2} + r_{p2} + (\mu_2 + 1)r_{c2} \} \\ &\quad + (\mu_2 + 1) \{ R_{p1} + r_{p1} + (\mu_1 + 1)r_{c1} \} \} R_c \\ &\quad + E_c \{ (\mu_1 + 1) \{ R_{p2} + r_{p2} + (\mu_2 + 1)r_{c2} \} R_{p1} \\ &\quad - E \{ 2\mu_1\mu_2R_c + (\mu_1 + \mu_2)R_c \\ &\quad + \mu_1 \{ R_{p2} + r_{p2} + (\mu_2 + 1)r_{c2} \} R_{p1} \\ &\quad - \delta E \{ -\mu_2(\mu_1 + 1)R_c \} R_{p1} \\ &\quad - E_{\phi} \{ (\mu_1 - \mu_2)R_c + \mu_1 \{ R_{p2} + r_{p2} \\ &\quad + (\mu_2 + 1)r_{c2} \} \} R_{p1} \\ &\quad - \delta E_{\phi} \{ -\mu_2(\mu_1 + 1)R_c \} R_{p1} \end{aligned} \dots\dots (10)$$

ただし、ここで

$$E_1 = E, E_2 = -E + \delta E \dots\dots\dots (11)$$

$$E_{\phi 1} = E_{\phi}, E_{\phi 2} = E_{\phi} + \delta E_{\phi} \dots\dots\dots (12)$$

とした。すなわち、入力信号電圧を逆相（プッシュプル）電圧とし、その不平衡分を δE としている。

(3・2) 平衡出力の場合 第 4 図の平衡出力電圧 E_0 は $E_0 = E_{01} - E_{02}$ で与えられ、 E_{02} は (10) 式において添字 1 と 2 を交換すれば得られる。

$$\begin{aligned} \Delta E_0 &= \Delta(E_{01} - E_{02}) \\ &= E_B \{ R_{p2} \{ r_{p1} + (\mu_1 + 1)r_{c1} \} \\ &\quad - R_{p1} \{ r_{p2} + (\mu_2 + 1)r_{c2} \} \\ &\quad + (\mu_1 - \mu_2)(R_{p1} + R_{p2})R_c \} \\ &\quad + E_c \{ (\mu_1 + 1)R_{p1} \{ R_{p2} + r_{p2} + (\mu_2 + 1)r_{c2} \} \\ &\quad - (\mu_2 + 1)R_{p2} \{ R_{p1} + r_{p1} + (\mu_1 + 1)r_{c1} \} \\ &\quad - E \{ \mu_1 \{ bR_{p1} + aR_{p2} \} + \mu_2 \{ AR_{p2} + BR_{p1} \} \} \\ &\quad - E_{\phi} \{ \mu_1 \{ bR_{p1} + aR_{p2} \} - \mu_2 \{ AR_{p2} + BR_{p1} \} \\ &\quad - (\delta E + \delta E_{\phi}) \mu_2 \{ AR_{p2} + BR_{p1} \} \} \end{aligned} \dots\dots (13)$$

(3・3) 不平衡増幅回路の場合 第 5 図の不平衡増幅回路では、

$$\begin{aligned} \{ r_p + R_p + (\mu + 1)R_c \} E_0 &= -(E + E_{\phi})\mu R_p \\ &\quad + E_B \{ r_p(\mu + 1)R_c \} + E_c(\mu + 1)R_p \dots\dots (14) \end{aligned}$$

(10), (13) および (14) 式がそれぞれの場合についての基本式で、これと (3)~(6) 式によって、(i) 各電源電圧、 E_B , E_c , E_s の変動による出力電圧の変動、(ii) 回路定数 R_p , R_c , r_{c1} , μ , g_m , r_p の変動による出力電圧の変動および、(iii) 弁別比が求められる。(i) および (ii) はいわゆるドリフトであって、直結増幅器の場合には非常に重要な問題である。(iii) は従来交流増幅器についても問題になっていた点で、すでに詳論されている。⁽¹¹⁾ 本稿では特に (i) の電源変動によるドリフトについて検討し、その数量的概念を明確にする。

4. 近似式とドリフトの入力換算値

(10), (13) 式および (14) 式で各項を入力信号電圧 E の係数で除せば、各項に起因するドリフトの入力換算値を求めることができる。また、普通 $\mu_1 \simeq \mu_2 \gg 1$, $R_{p1} \simeq R_{p2}$, $\mu R_c \gg R_p$, r_p , r_c などの関係があるので、各関係式は実用的な形に近似できる。たとえば (10) 式において

$$\begin{aligned} \mu_1 = \mu \gg 1, \quad \mu_2 - \mu = \delta\mu \ll \mu \\ (\mu_1 + 1)R_c \gg r_{p1} + (\mu_1 + 1)r_c \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (15)$$

とすれば

$$\begin{aligned} \Delta E_o \simeq E_B [\mu \{ R_{p1} + R_{p2} + r_{p1} + r_{p2} \\ + \mu (r_{c1} + r_{c2}) \} R_c - \delta\mu R_c R_{p1}] \\ + E_c \mu (R_{p2} + r_{p2} + \mu r_{c2}) R_{p1} \\ - E \{ 2\mu^2 R_c + \mu (2R_c + R_{p2} + r_{p2} + \mu r_{c2}) \} R_{p1} \\ - E_\phi \{ -\delta\mu R_c + \mu (R_{p2} + r_{p2} + \mu r_{c2}) \} R_{p1} \\ - (\delta E + \delta E_\phi) \{ -\mu^2 R_c \} R_{p1} \dots\dots\dots (16) \end{aligned}$$

したがって、たとえば電源 E_c の変動によるドリフト

の入力換算値は、 E_c の係数を E の係数で除したものに E_c の変動分を乗じて求められる。前者を $S(E_c)$ で表わせば

$$S(E_c) = \frac{\partial E_o}{\partial E_c} = \frac{\partial E_o / \partial E_c}{\partial E_o / \partial E} \dots\dots\dots (17)$$

$$= -(R_{p2} + r_{p2} + \mu r_{c2}) / 2\mu R_c \dots\dots\dots (18)$$

ただし、 $2\mu R_c \gg 2R_c + R_{p2} + r_{p2} + \mu r_{c2}$

他の電源に対するドリフトの入力換算係数 $S(E_B)$, $S(E_\phi)$, $S(\delta E + \delta E_\phi)$ も (17) 式と同様に定義され、(18) 式のように求められる。(10), (13) 式および (14) 式についてこれらの値を求めたものを、その近似条件とともに第1表にまとめて示す。この入力換算係数 S は、その電圧の変動が入力に換算された場合に何分の一になるかを示す値で、回路構成のよさを示し、できるだけ小さいことが望ましい。 E_B , E_c のようにその絶対値の大きいものでは特に注意しなければならない。

5. 理論式についての考察および数値例

(5・1) 数値例 以上の解析結果について、数値的概念を明確にするために代表的な場合についての数値例を第2表に示した。すなわち、代表的具体例として 12AX7 を用い、その動作点を $E_p \simeq 100$ V, $I_p \simeq 100$ μ A にとり、電源電圧を $E_B \simeq 250$ V, $E_c \simeq -400$ V とすれば、

$$\begin{aligned} r_p \simeq 200 \text{ k}\Omega, \quad \mu \simeq 100 \\ R_p \simeq 1.5 \text{ M}\Omega, \quad R_c \simeq 2 \text{ M}\Omega \end{aligned}$$

第1表 各種回路についての入力換算値の比較

入力換算値	不平衡増幅回路 (第5図)	平 衡 増 幅 回 路	
		不平衡出力の場合 (第3図)	平衡出力の場合 (第4図)
$S(E_B)^*$	$-\frac{r_p + (\mu+1)R_c}{\mu R_p}$	$\frac{\delta\mu}{2\mu^2} - \frac{(R_{p1} + R_{p2}) + (r_{p1} + r_{p2}) + \mu(r_{c1} + r_{c2})}{2\mu R_{p1}}$	$\frac{\delta\mu}{2\mu^2} + \frac{1}{4\mu^2 R_c} \left\{ -\frac{\delta R_p}{R_p} (r_{p1} + \mu r_{c1}) + \delta r_p + \mu \delta r_c \right\}$
$S(E_c)$	$-\frac{(\mu+1)R_p}{\mu R_p}$	$-\frac{(R_{p2} + r_{p2} + \mu r_{c2})}{2\mu R_c}$	$\frac{1}{4\mu R_c} \left\{ \frac{\delta\mu}{\mu} (R_p + r_{p1}) + \frac{\delta R_p}{R_p} (r_{p1} + \mu r_{c1}) - \delta r_p - \mu \delta r_c \right\}$
$S(E_\phi)$	1	$-\frac{\delta\mu}{2\mu^2} + \frac{(R_{p2} + r_{p2} + \mu r_{c2})}{2\mu R_c}$	$-\frac{1}{4\mu R_c} \left\{ \frac{\delta\mu}{\mu} (2R_c + R_p + r_{p1}) + \frac{\delta R_p}{R_p} (r_{p1} + \mu r_{c1}) - \delta r_p - \mu \delta r_c \right\}$
$S(\delta E + \delta E_\phi)$		$-\frac{1}{2}$	$-\frac{2\mu R_c + R_p + r_{p1}}{4\mu R_c} \simeq -\frac{1}{2}$
仮 定	な し	$\mu R_c \gg r_{p1} + \mu r_{c1} \gg R_c + (R_{p2} + r_{p2} + \mu r_{c2})/2$	$\mu R_c \gg \mu(r_{c1} + r_{c2})/2$ $\gg (2R_p + r_{p1} + r_{p2})/4$ $R_{p2} - R_{p1} = \delta R_p \ll R_p$
		$\delta\mu = \mu_2 - \mu_1 \ll \mu ; 1 \ll \mu$	

* ここに $S(E_B) \equiv \frac{(\partial E_o / \partial E_B)}{(\partial E_o / \partial E)}$ 以下同様

第2表 数値例

入力換算値	不平衡回路	平衡回路	
		不平衡出力	平衡出力
$S(E_B)$	-1.3×10^{-3}	-1.1×10^{-3}	2.5×10^{-4}
$S(E_c)$	-1.0	-4.3×10^{-3}	1.6×10^{-4}
$S(E_\phi)$	-1.0	4.3×10^{-3}	-4.1×10^{-4}
$S(\delta E + \delta E_\phi)$		-0.5	-0.5
条 件	$R_c = 0$	$r_{c1} = r_{c2} = 0$	

となる。ここでそのばらつきをそれぞれ r_p : 20%, μ : 5%, R_p : 1% と仮定し, $r_{c1} = r_{c2} = 0$ とすれば第1表の数値は第2表ようになる。これらの数値はこの種の回路の代表的な値とみてさしつかえない。ここで, $E_\phi \approx 1$ V に対して $\delta E_\phi \approx 0.1$ V (すなわち 10%) と仮定すると, 同一百分率の電源変動によるドリフトの入力換算値の比重は次のようになる。

$$\begin{aligned} &250 \cdot S(E_B) : 400 \cdot S(E_c) : 1 \cdot S(E_\phi) : \\ &0.1 \cdot S(\delta E + \delta E_\phi) \dots\dots\dots (19) \end{aligned}$$

(5.2) 高圧電源の変動による影響

(1) E_B の影響 まず不平衡増幅回路の場合には, 第1表より普通 $S(E_B) \approx r_p / \mu R_p$ で, 0.05~0.001 の程度で, 後述のように $S(E_c)$ より小さい。平衡増幅回路で出力を不平衡でとり出す場合には, 第1表の第2項が大きく, $S(E_B) \approx -(R_p + r_p + \mu r_{c1}) / \mu R_p$ と考えてよく, したがって不平衡増幅回路の場合よりむしろ大きくなっている。これに対して出力を平衡出力としてとり出す場合には第1表の第2項は小さく, $S(E_B) \approx \delta \mu / 2 \mu^2$ と考えてよく, およそ $1 \sim 10 \times 10^{-4}$ となり, 前2者にくらべて1~2けた改善され, その極性も $\delta \mu$ の正負にしたがって正または負となる。

(2) E_c の影響 不平衡増幅回路では, $S(E_c) \approx -1$ で, $S(E_B)$ にくらべて著しく大きい。これに対し平衡増幅回路では出力を不平衡でとり出す場合でも $S(E_c) \approx (R_{p2} + r_{p2} + \mu r_{c2}) / 2 \mu R_c$ となり, μR_c が大きければ著しく改善される。出力を平衡出力としてとり出す場合には, 第1表よりさらに回路定数の平衡の程度だけ, すなわち約1けたの改善が期待できる。

(5.3) ヒータ電源の変動による影響

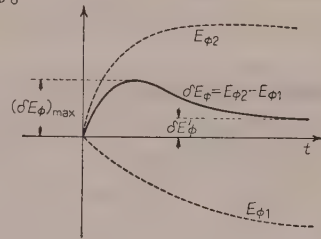
(1) E_ϕ の影響 E_ϕ は陰極表面温度の変化による等価入力換算電圧の同相成分で, 周囲温度 T_0 やヒータ電源電圧 E_s と (3)~(6) 式の関係にある。第2表から $S(E_\phi)$ はおよそ $S(E_c)$ と同程度と考えてよい。しかし, $E_\phi \ll E_c$ であるので, 同一百分率の変動を比較する場合にはほとんど問題にならない。

(2) δE_ϕ の影響 δE_ϕ は (12) 式に定義したように $E_{\phi 2}$ と $E_{\phi 1}$ の差によるもので, 第1表の $S(\delta E_\phi + \delta E)$

$= -1/2$ は, その $1/2$ ずつが逆相入力信号となって入力すると考えることができる。したがって, いかに同相負帰還を充分かけた平衡増幅回路としても改善することは不可能である。従来の直結形直流増幅器の電源変動によるドリフトは主としてここに起因していると考えられる。すなわち, たとえば第2表の平衡増幅, 平衡出力の場合の数値例を (19) 式に代入すれば

$$6.3 \times 10^{-2} : 6.4 \times 10^{-2} : 4 \times 10^{-4} : 5 \times 10^{-2}$$

ゆえに, E_B , E_c および δE_ϕ のパーセント安定率は同程度であることが望ましい。しかるに E_B , E_c は高性能の帰還安定電源が容易に得られるのに対し, δE_ϕ の変動の原因となるヒータ電圧の高安定化は最近まで実用的なものがなかった。また, たとえ安定状態において $\delta E_\phi = 0$ となるように増幅管 V_1 , V_2 を選択したり, ヒータ電圧を調整⁽¹²⁾ したりしても, その動特性すなわち時定数に差があるとヒータ電圧の急変に対して δE_ϕ を生じ, それがそのまま入力換算のドリフトとなる。 E_ϕ がヒータ電圧の変動に対して一次遅れの応答をすると仮定した場合には, δE_ϕ の変化は第6図に示すようになり, $t \gg \tau$ にてはほぼ次式で与えられる最大値をとる。



第6図 δE_ϕ の変化

$$(\delta E_\phi)_{\max} \leq |\delta E_\phi'| + \left| \frac{E_\phi}{e} \cdot \frac{\delta \tau}{\tau} \right| \dots\dots\dots (20)$$

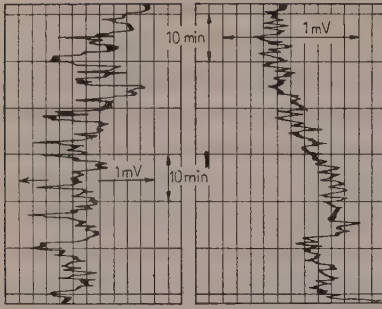
ただし e : 自然対数の底

ヒータ電圧の変動はステップ状とし, 次の仮定をおいた。

$$\left. \begin{aligned} E_{\phi 1} &= E_{\phi 1}' / (1 + p\tau_1); E_{\phi 2} = E_{\phi 2}' / (1 + p\tau_2) \\ \delta E_\phi' &= E_{\phi 2}' - E_{\phi 1}' \ll E_\phi = E_{\phi 1}' \\ \delta \tau &= \tau_1 - \tau_2 \ll \tau = \tau_1 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (21)$$

(20) 式の第2項は第1項にくらべて無視できない場合が多く, $\delta E_\phi' = 0$ としても $\delta \tau \neq 0$ のかぎり $\delta E_\phi = 0$ に保つことはできない。

時定数 τ にくらべて充分早い応答をもつ安定化電源が得られれば δE_ϕ によるドリフトは著しく改善される。たとえば, トランジスタによる低圧大電流の安定化電源⁽⁷⁾⁽⁸⁾ をヒータ電源として使用した場合には, そ



(a) シールドケース無し (b) ビニールテープを二重に巻いたシールドケース付き

第 7 図 トランジスタ安定電源によってヒータ電圧を安定化させた場合の入力換算ドリフト

のドリフトはおもに周囲温度の変動および陰極の経年変化によって支配されるまで低下し、電源として商用交流を用いて数時間にわたって 1mV 以下に保つことは容易であった。第 7 図 (a), (b) はその実測例で、ともに 1h のドリフトは 1mV 以下である。(a) 図では球の管壁温度の変動のため短時間に数百マイクロボルトのドリフトがみられるが、これは主として管壁周囲の空気の移動によるものであって、(b) 図のように断熱層で包んだシールドケースをかぶせることにより改善される。

(5.4) 回路構成および回路定数の選び方による影響

(1) 回路の平衡性 第 1 表において不平衡出力の場合には $\delta\mu/2\mu^2$ の項は通常無視してさしつかえない。すなわち、この場合のドリフトは回路定数の不平衡によるのではなく、もっぱら出力を不平衡でとり出したことに起因している。そのため $S(E_B)$ は不平衡増幅回路に比べて改善されず、 $S(E_c)$ 、 $S(E_\phi)$ も平衡出力の場合より約 1 けた大きい。一方、出力を平衡でとり出した場合には、同表よりドリフトの原因は $\delta\mu$ 、 δr_p 、 δR_p などの回路定数の不平衡に起因している。もし、これらが零であれば μ 、 R_c などのいかにかわらず $S(E_B)$ 、 $S(E_c)$ 、 $S(E_\phi)=0$ となる。ただし、この場合にも $S(\delta E + \delta E_\phi) = -1/2$ は改善できない。

(2) 高増幅率管の有利性 最良の性能を示す平衡出力回路の場合には $\delta\mu$ に起因する項が比較的大きく、これらは

$$\frac{\delta\mu}{\mu^2} = \left(\frac{\delta\mu}{\mu} \right) \frac{1}{\mu} \dots\dots\dots (22)$$

の形で現われている。したがってばらつき $\delta\mu/\mu$ が同程度ならば高増幅率管が有利である。この点は弁別比についての結果⁽¹¹⁾と一致する。

(3) 同相負帰還抵抗 R_o の効果 R_o を大きくとる

ことは弁別比を改善するためしばしば用いられるが、電源変動によるドリフトに対しても有利である。特に出力を平衡でとり出した場合には、

$$S(E_B) = S(E_\phi) = \delta\mu/2\mu^2 \dots\dots\dots (23)$$

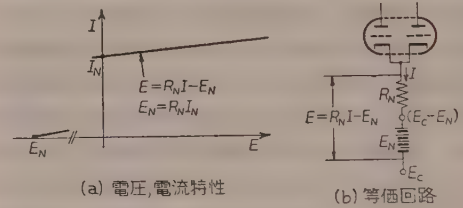
$$S(E_c) = 0$$

となり、著しく改善されるうえに、 r_p 、 R_p 、 r_c などの変動や、その不平衡性にも無関係になる。

ただし、注意すべきはドリフトの入力換算値は

$$dE = S(E_c) dE_c \dots\dots\dots (24)$$

で与えられるため、 E_c を大きくとることによって R_c を大にしたのでは dE_c も大となって効果なく、真空管やトランジスタなどの動作抵抗の大きい非線形素子によって R_c を大きくする方法をとらなければならない。この場合、その非線形素子の変動がドリフトの原因となる。たとえば、非線形素子の特性が第 8 図 (a) のように $E = R_N I - E_N$ で表わされるとすれば、その等価回路は (b) 図となるから $(E_c - E_N)$ を新しく E_o と考え、これを R_N に対していままでの考えを適用する必要がある。なお、この場合も $S(\delta E + \delta E_\phi) = -1/2$ で改善されない。



(a) 電圧、電流特性

(b) 等価回路

第 8 図 非線形素子の使用

(4) 回路定数と動作点の選び方 陽極電流のレベル、あるいは電源電圧、すなわち R_p 、 R_c などを変えることによって S がどの程度変化するかを検討するために、12AX7 について、 $E_p \approx 100V$ とした場合について 8 種類 (A~H) の場合の計算結果を第 3 表に示す。ここで、 $S(E_B)E_B$ および $S(E_c)E_c$ のみを計算したのはその電源のパーセント変動率を乗ずれば入力換算のドリフト値が得られること、 $S(E_\phi)E_\phi$ は実際上問題にならないこと、 $S(\delta E + \delta E_\phi)$ はいずれの場合もおおよそ $-1/2$ で大差なく、 $\delta E_\phi = 0.1V$ とすれば $S(\delta E_\phi)\delta E_\phi \approx -0.05$ と考えてよいことなどによる。第 3 表より第 1 表の仮定が成立する範囲では、 I_p (または R_p) や E_c を変化させても大差ないこと、平衡出力の場合は不平衡出力の場合に比べて常に著しくすぐれていること、 E_B の変動のほうが E_c のそれよりも若干影響力が大きいが大差ないこと、などがわかる。これより電源変動によるドリフトの値はおおよそ第 4 表のようになる。これらは従来多くの実測例より常

第 3 表 回路定数の選び方による影響

番 号	A	B	C	D	E	F	G	H
	$R_{p1}=R_{p2}$ とし $I_{p1}=I_{p2}$ なるごとくし、不平衡出力とする				R_{p2} を除き r_{c2} により $I_{p1}=I_{p2}$ とする		平衡出力の場合、 $R_{p1}=R_{p2}$	
回 路 図								
条 件	上図どおり $r_p \approx 150 \text{ k}$	上図にて $E_c = -75 \text{ V}$ とし I_p を変えないように R_c を変える $\therefore R_c = 250 \text{ k}$	上図にて I_p を 2 倍にする $I_p = 300 \mu\text{A}$ $\therefore R_c = 500 \text{ k}$ $R_p = 500 \text{ k}$ となる	上図にて I_p を 1/2 にする $I_p = 75 \mu\text{A}$ $\therefore R_c = 2 \text{ M}$ $R_p = 2 \text{ M}$ となる	上図どおり $R_p = \frac{R_p}{\mu}$ とした $r_p \approx 150 \text{ k}$	上図にて $E_c = -75 \text{ V}$ とし I_p を変えないように R_c を変える $\therefore R_c = 250 \text{ k}$	上図どおり $r_p \approx 150 \text{ k}$ $\delta r_p = 30 \text{ k}$ (20%) $\delta \mu = 5$ (5%)	上図にて $E_c = -75 \text{ V}$ とし I_p を変えないように R_c を変える $\therefore R_c = 250 \text{ k}$
$S(E_B)E_B$	2.9 (V)	2.9 (V)	3.0 (V)	2.8	2.9	2.9	6.3×10^{-2}	6.3×10^{-2}
$S(E_c)E_c$	-1.7 (V)	-1.7 (V)	-1.8 (V)	-1.6	-1.7	-1.7	$-(1.5 \sim 6) \times 10^{-2} *$	$-(1.5 \sim 6) \times 10^{-2} *$
$S(\delta E_\phi)\delta E_\phi$	約 -0.05 (V) (ただし、 $\delta E_\phi = 0.1 \text{ V}$ とした)							
備 考		$\mu R_c = 25 \text{ M}$	$r_p \approx 90 \text{ k}$ $\mu R_c = 50 \text{ M}$	$r_p \approx 200 \text{ k}$ $\mu R_c = 200 \text{ M}$		$\mu R_c = 25 \text{ M}$		$\mu R_c = 25 \text{ M}$

* δr_p と $\delta \mu$ の符号によって変わる。

第 4 表 平衡増幅回路の電源変動によるドリフト

	電源 1% 変動に対する入力換算値	
	不平衡出力 (mV)	平衡出力 (mV)
E_B の変動によるもの	30	0.6
E_c の変動によるもの	17	0.15 ~ 0.6
ヒータ電圧の変動によるもの	0.5	0.5

識的にいわれている値とよく一致している。この数値は (7) 式の数値とともに実用上きわめて重要である。

(5・5) ドリフト低下策とその限界 以上の考察より電源変動によるドリフトを低下させるには

(1) 平衡増幅回路を採用し、出力を平衡でとり出すこと。回路定数、動作電流にはそれほど注意する必要はないが、 $\delta \mu$, δR_p , δr_c , δE_ϕ をできるだけ小さくするよう注意すること。

(2) μ の大きい球を選ぶこと。

(3) 動作抵抗の高い素子によって E_c を低く、 R_c を大きくすること。

(4) E_B , E_c , E_ϕ および δE_ϕ の変動を小さくすること。の諸点が重要で、定性的には従来よく指摘されていたとおりである。

上記の注意を払った場合に、現在実用的に実現できる電源変動によるドリフトの限界を考察する。 $S(E_B)$ は $\delta \mu / 2 \mu^2$ までと考えられるから $\delta \mu / \mu = 1\%$, $\mu = 100$ とすれば $S(E_B) = 5 \times 10^{-5}$, ゆえに $E_B = 250 \text{ V}$ とし、

これが 0.05% 変動したとすればドリフトの入力換算値は $6.3 \mu\text{V}$ となる。 E_c によるドリフトは前の諸例よりこれより小さい。またヒータ電圧の変動によるドリフトは δE_ϕ の変動によるものが大きく、 $\delta E_\phi = 0.1 \text{ V}$ とし、その変動がヒータ電圧の変動のみに比例するものとすれば、その変動を 0.02% に保つことによりドリフトは $10 \mu\text{V}$ となる。この値はトランジスタによる定電圧回路によれば実現容易である。⁽⁷⁾⁽⁸⁾ 以上、総合して、現在の技術では直結形真空管増幅器の電源変動によるドリフトの限界は約 $10 \mu\text{V}$ と考えられる。

しかしこのほかに、(1) 周囲温度の影響、(2) 経年変化による回路定数の変化、(3) 格子電流ヤソケットの漏れ電流による等価入力電圧の変動、(4) 雑音、などによって入力換算の零点変動は実用的には $100 \mu\text{V}$ がその限界であろう。たとえば真空管の経年変化によるドリフトは、単管の場合約 $30 \mu\text{V/h}$ という報告がある。⁽¹³⁾ 周囲温度を安定化した場合のドリフトの限界については興味があるが、別の機会に譲りたい。

6. 結 言

真空管の動作をヒータ電圧の変動による影響も含めて直線近似を行い、これによって平衡形直結増幅回路を解析し、その出力電圧と各電源電圧との関係を与える一般式を導いた。さらに、各電源の変動によるドリフトの入力換算値を求め、代表的な例について数値計

算を行い、電源変動によるドリフトの低下策とその限界について考察した。おもな結論は次のとおりである。(1) 平衡増幅回路でも出力を不平衡でとり出す場合には、 E_B の変動による影響は、 R_0 が大きい場合には、むしろ不平衡増幅回路にくらべて大きくなる。(2) 出力を平衡出力でとり出した場合には不平衡出力の場合にくらべて、1 けた以上改善される。その程度は回路定数の平衡度で決まり、通常 $\delta\mu/\mu^2$ が支配的である。(3) いずれの場合も $\delta E_\phi = E_{\phi 2} - E_{\phi 1}$ の係数は $-1/2$ で、ヒータ電圧を安定させない場合には、この項が電源変動によるドリフトの大きな原因となる。(4) ドリフトの低下策としては前章 (5・5) 節 (1)~(4) の結論を得る。(5) 普通の回路定数では陽極電流 E_a, R_p, R_0 などの大小による影響は少なく、高圧電源 E_B, E_c の 1% 変動に対し、それぞれ 30 mV, 17 mV (不平衡出力) および 0.6 mV, 0.15~0.6 mV (平衡出力) 程度である。(6) ヒータ電源 10% の変動は約 5 mV のドリフトを生じ、上記数値の中間にはいる。また二つのヒータの時定数も含めた特性の差が問題になる。(7) 現在の技術では電源変動によるドリフトの限界は約 10 μ V である。これは周囲温度の変化、経年変化による長時間ドリフトより小さい。

今後検討を要する問題点は、(1) 時定数の差も含めての δE_ϕ のばらつきとその低下策、(2) 電源を完全に安定化した場合のドリフトの分析、などである。

終りにあたって、問題点の提起をいただいた京都大学林千博教授とご討論くださった当所三浦研究員に深謝の意を表わす。(昭和 34 年 9 月 25 日受付、同 35 年 2 月 22 日再受付)

文 献

- (1) 宇部宮：電学誌 77, 960 (昭 32)
- (2) J. Yarwood & D. H. Le Croissette: Electronic Engng 28, 14, 64, 114 (1954)
- (3) E. J. Harris & P. O. Bishop: Electronic Engng 21, 332, 335 (1949)
- (4) M. Arzt: Electronics 18, 112 (1945-8)
- (5) S. E. Miller: Electronics 14, 615 (1953-5)
- (6) 阪本・高木・増田：電学誌 75, 24 (昭 30)
- (7) 永田・阿部・木下：昭 33 電気学会東京支部大会 67

- (8) 永田・阿部・木下：信学誌 43 (昭 35-2)
- (9) C. M. Verhagen: Rroc. Inst. Radio Engrs 41, 615 (1953)
- (10) 松尾：昭 31 通信学会全国大会 175
- (11) 阿部・松尾：電学誌 74, 380 (昭 29)
- (12) R. E. Aitchison: Electronic Engng 27, 224 (1955)
- (13) G. E. Valley & H. Wallman: Vacuum Tube Amplifiers (1948) McGraw-Hill

付 録

格子および陽極の仕事関数が電極間電圧にくらべて無視できる場合には、三極管の陽極電流は次の形に書ける。(第 2 図参照)

$$I_p = K[(E_{gk} + E_k) + (E_{pk} + E_k)/\mu]^{3/2} \quad (25)$$

いま、 $I_{p0} = I_p(E_{gk0}, E_{pk0}, E_{k0})$ とすれば、その近傍における変化分 dI_{p0} は

$$\begin{aligned} dI_{p0} &= \left(\frac{\partial I_p}{\partial E_{gk}}\right)_0 dE_{gk0} + \left(\frac{\partial I_p}{\partial E_{pk}}\right)_0 dE_{pk0} \\ &\quad + \left(\frac{\partial I_p}{\partial E_k}\right)_0 dE_{k0} \\ &= g_{m0} \left[dE_{gk0} + \frac{1}{\mu} dE_{pk0} + \left(\frac{\mu+1}{\mu}\right) dE_{k0} \right] \end{aligned} \quad (26)$$

ゆえに、 $I_{p0} + dI_{p0} = I_p$, $E_{gk0} + dE_{gk0} = E_{gk}$,
 $E_{pk0} + dE_{pk0} = E_{pk}$, $E_{k0} + dE_{k0} = E_k$
とすれば

$$I_p = g_{m0} \left[E_{gk} + \frac{1}{\mu} E_{pk} + \left(\frac{\mu+1}{\mu}\right) E_k + \varepsilon \right] \quad (27)$$

ただし、ここに g_{m0} , ε は動作点によって決まる定数で

$$g_{m0} = \frac{3}{2} K \left[E_{gk0} + \frac{1}{\mu} E_{pk0} + \left(\frac{\mu+1}{\mu}\right) E_{k0} \right]^{1/2} \quad (28)$$

$$\varepsilon = -\frac{1}{3} \left[E_{gk0} + \frac{1}{\mu} E_{pk0} + \left(\frac{\mu+1}{\mu}\right) E_{k0} \right] \quad (29)$$

したがって動作点 $(E_{gk0}, E_{pk0}, E_{k0})$ の近傍における I_p は (27) 式のように直線近似でき、 $g_{m0} = g_m$, $g_{m0}/\mu = 1/r_p$, $E_\phi = \varepsilon + (\mu+1)/\mu E_k$ とおけば (1) 式となる。

UDC 621.314.25.01: 681.142.002.5

シンクロレゾルバの温度特性*

資料・論文

35-56

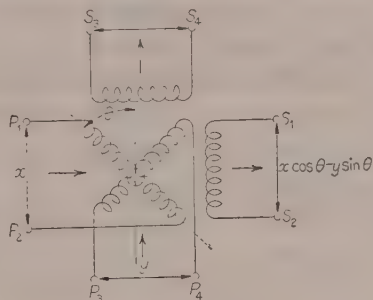
正員 不破 康 博†

1. は し が き

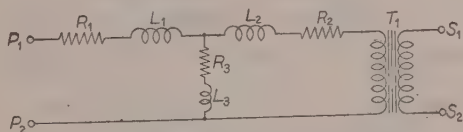
低速度形アナログ計算機の非線形要素や交流サーボの検出器として使用されるシンクロレゾルバは高精度高信頼度などのすぐれた特徴があるが、誘導形要素共通の欠点として、入出力で位相ずれ、零位置での雑音電圧、入力レベルによる特性変化、周波数や温度の変化により位相、変圧比の変化があることが知られているが、⁽¹⁾ この特性について設計に資するまで十分に解析された論文は筆者の知る限りにはない。本論はこの温度による特性の変化が、主として巻線の抵抗値の変化によるものであることと、その補償回路の定数決定法について述べる。

2. シンクロレゾルバの温度特性

第1図(a)にシンクロレゾルバの原理を示す。直交する二つの入力巻線と、直交する二つの出力巻線との相対的角回転により出力巻線には二つの入力 x , y と回転角 θ の正弦、余弦の関数を発生する。第1図(b)



第1図(a) シンクロレゾルバ



R_1 : 一次巻線の銅損, R_2 : 二次巻線の銅損
 R_3 : 鉄損, $L_1=L_2=L/2$, L : 漏れインダクタンス, L_3 : 一次巻線の自己インダクタンス

第1図(b) レゾルバ説明図

は入出力1相あたりの一次側に換算した電氣的等価回路である。第1図(b)で T_1 は $N_s \cos \theta / N_p$ の変圧比をもつ理想変圧器で、 N_s , N_p は二次、一次巻線数、 θ は回転角である。次にここで使うシンクロレゾルバの変圧比と位相ずれを定義する。変圧比 T_r は一次二次最大結合 ($\theta=0$) の場合の入力電圧と出力電圧との同相成分の比とし、位相ずれ φ_r は一次二次最大結合の場合の入力電圧と出力電圧との位相ずれとする。⁽²⁾ いまシンクロレゾルバの負荷インピーダンスが充分大きくて無視できるとすれば、第1図(b)から $N_p=N_s$ の場合に変圧比 T_r , 位相ずれ φ_r は

$$T_r = \frac{R_3(R_1+R_3) + \omega^2 L_3(L_1+L_3)}{(R_1+R_3)^2 + \omega^2(L_1+L_3)^2} \dots (1)$$

$$\varphi_r = \tan^{-1} \frac{\omega L_3}{R_3} - \tan^{-1} \frac{\omega(L_1+L_3)}{R_1+R_3} \dots (2)$$

となる。ここで温度 T により変化する要素は R , L であるから、変圧比 T_r , 位相ずれ φ_r の温度特性は

$$\begin{aligned} \frac{dT_r}{dT} = T_r \left\{ \frac{1}{|Z_0|^2} \left(R_3 \frac{dR_3}{dT} + \omega L_3 \frac{d\omega L_3}{dT} \right) \right. \\ \left. - \frac{1}{|Z_i|^2} \left(R \frac{dR}{dT} + \omega L \frac{d\omega L}{dT} \right) - \tan \varphi_r \frac{d\varphi_r}{dT} \right\} \dots (3) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{d\varphi_r}{dT} = \frac{\omega L_3}{R_3} \cos^2 \varphi_1 \left(\frac{1}{\omega L_3} \frac{d\omega L_3}{dT} - \frac{1}{R_3} \frac{dR_3}{dT} \right) \\ - \frac{\omega L}{R} \cos^2 \varphi_2 \left(\frac{1}{\omega L} \frac{d\omega L}{dT} - \frac{1}{R} \frac{dR}{dT} \right) \dots (4) \end{aligned}$$

ここで $Z_0 = R_3 + j\omega L_3$, $Z_i = R + j\omega L$,

$$R = R_1 + R_3, L = L_1 + L_3, \varphi_1 = \tan^{-1} \frac{\omega L_3}{R_3},$$

$$\varphi_2 = \tan^{-1} \frac{\omega L}{R}$$

となる。巻線抵抗の変化分が他のものよりも充分大きいと考えると

$$\frac{dT_r}{dT} = -T_r \frac{\cos^2 \varphi_2}{R} (1 + \tan \varphi_r \tan \varphi_2) \frac{dR_1}{dT} \dots (5)$$

$$\frac{d\varphi_r}{dT} = \sin \varphi_2 \cos \varphi_2 \frac{1}{R} \frac{dR_1}{dT} \dots (6)$$

* Temperature Characteristics of Synchro-Resolver. By Y. FUWA, Member (Hitachi, Totsuka Works).

† 日立製作所 戸塚工場

となる。

以上は1相あたりの特性であるが、2相についても同様になる。一次 P_1, P_2 から二次 S_1, S_2 へ、一次 P_3, P_4 から二次 S_1, S_2 へ、一次 P_1, P_2 および一次 P_3, P_4 から二次 S_3, S_4 への、変圧比と位相ずれを $T_{r1} \sim T_{r4}, \varphi_{r1} \sim \varphi_{r4}$ とすれば、 S_1, S_2 および S_3, S_4 の入力電圧 e_{p1p2}, e_{p3p4} と同相の出力電圧 e_{s1s2}, e_{s3s4} は

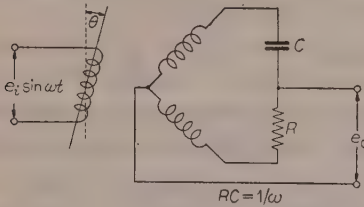
$$e_{s1s2} = N_s (T_{r1} \cos \theta_{e_{p1p2}} - T_{r2} \sin \theta_{e_{p3p4}}) / N_p \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$e_{s3s4} = N_s (T_{r1} \sin \theta_{e_{p1p2}} + T_{r2} \cos \theta_{e_{p3p4}}) / N_p \quad \dots\dots\dots (8)$$

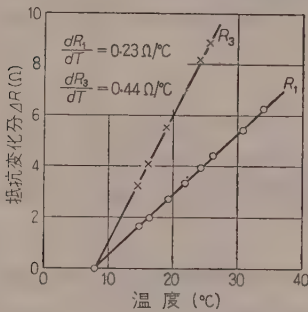
となる。次に第2図に示すようにサーボ機構に用いられる移相回路として用いた場合には、出力電圧 e_0 は

$$e_0 = \frac{N_s}{\sqrt{2} N_p} \sin \left(\omega t + \theta + \varphi_r - \frac{\pi}{4} \right) e_i \quad \dots\dots\dots (9)$$

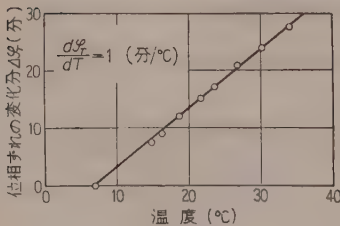
となり、この場合も位相ずれの温度特性がそのまま精度に影響する。



第2図 レゾルバを用いる移相回路



第3図 R_1, R_3 の温度変化

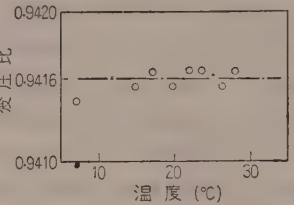


第4図 位相ずれの温度変化

3. 変圧比, 位相ずれの実測

シンクロレゾルバの温度特性について解析した結果を確かめるためシンクロレゾルバの1相につき温度特性を実測した。このシンクロレゾルバの等価回路の各定数は $R_1=54 \Omega, R_2=115 \Omega, R_3=44 \Omega, \omega L_2=642 \Omega, f=400 \text{ c/s}$ である。第3図は巻線抵抗の温度変化で変圧器巻線の抵抗温度法の計算式とよく一致している。鉄損, 漏れインダクタンス, 自己インダクタンスの変化は測定誤差にはいる程度に小さい。位相ずれの特性で実線は (5), (6)

式による計算値である。実測の方法は基準電圧とCR移相器を用いたブリッジで行った。実測値は計算値とよく一致してい



第5図 変圧比の温度変化

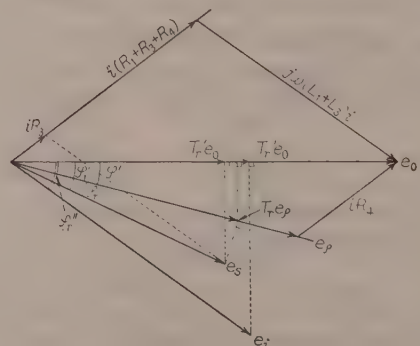
る。すなわちシンクロレゾルバの温度特性は主として巻線抵抗の温度変化で決まると考えられる。

4. シンクロレゾルバの補償回路

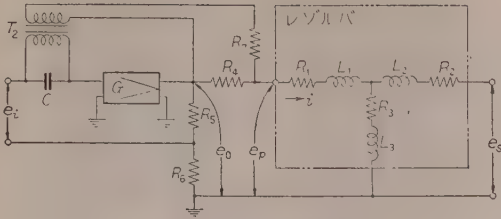
シンクロレゾルバの補償回路としては補償巻線を用いる回路と電流帰還形の回路⁽¹⁾とがある。一般に補償巻線は出力巻線とほとんど同じ特性となるように製作されているので、適当な帰還増幅器を使用することにより温度特性, 位相特性とも充分補償することができる。電流帰還形の補償回路は第6図に示す構成になっている。 R_4 ははいるために増幅器の出力で見たシンクロレゾルバの変圧比 $T_{r'}$, 位相ずれ $\varphi_{r'}$ とその温度変化は、第7図の示すように

$$T_{r'} = T_r (\cos \varphi' - \tan \varphi_r \sin \varphi') \quad \dots\dots\dots (10)$$

$$\varphi_{r'} = \varphi_r + \varphi' \quad \dots\dots\dots (11)$$



第6図 ベクトル図



第 7 図 補償回路系統図

$$\frac{dT_r'}{dT} = \frac{dT_r}{dT} \frac{T_r'}{T_r} + T_r \left(-\sin \varphi' \frac{d\varphi'}{dT} - \tan \varphi_r \cos \varphi' \frac{d\varphi'}{dT} - \frac{\sin \varphi'}{\cos^2 \varphi_r} \frac{d\varphi_r}{dT} \right) \quad (12)$$

$$\frac{d\varphi_r'}{dT} = \frac{d\varphi_r}{dT} + \frac{d\varphi'}{dT} \quad (13)$$

$$\varphi' = \tan^{-1} \frac{R_4 \sin \varphi_2}{|Z_i| + R_4 \cos \varphi_2} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} \frac{d\varphi'}{dT} = \cos^2 \varphi' \left\{ \frac{1}{|Z_i| + R_4 \cos \varphi_2} \left(R_4 \cos \varphi_2 \frac{d\varphi_2}{dT} + \sin \varphi_2 \frac{dR_4}{dT} \right) - \frac{R_4 \sin \varphi_2}{(|Z_i| + R_4 \cos \varphi_2)^2} \right. \\ \left. \times \left(\frac{d|Z_i|}{dT} + \cos \varphi_2 \frac{dR_4}{dT} - R_4 \sin \varphi_2 \frac{d\varphi_2}{dT} \right) \right\} \quad (15) \end{aligned}$$

$$\frac{d\varphi_2}{dT} = \frac{\omega L}{R} \cos^2 \varphi_2 \left(\frac{1}{\omega L} \frac{d\omega L}{dT} - \frac{1}{R} \frac{dR}{dT} \right) \quad (16)$$

$$\frac{d|Z_i|}{dT} = \frac{1}{|Z_i|} \left(R \frac{dR}{dT} + \omega L \frac{d\omega L}{dT} \right) \quad (17)$$

となるが、一般に dT_r'/dT は $10^{-3}/^\circ\text{C}$ 程度で小さく、また (15) 式で dR_4/dT にくらべ他の項は充分小さい。したがって (13) 式は

$$\frac{d\varphi_r'}{dT} \simeq \frac{d\varphi_r}{dT} + \cos^2 \varphi' \frac{\sin \varphi_2}{|Z_i|} \frac{dR_4}{dT} \quad (18)$$

となる。一方補償回路の出力成分と同相の利得 T_r'' と位相ずれ φ_r'' は増幅器の利得が充分大きいとして、電流帰還の位相を出力の位相に対し 90° にした場合に

$$T_r'' = \frac{R_6}{R_5 + R_6} \quad (19)$$

$$\varphi_r'' = \tan^{-1} \frac{KR_4}{T_r'' \sqrt{R_4^2 + |Z_i|^2 + 2|Z_i|R_4 \cos \varphi_2}} \quad (20)$$

$$\theta = \frac{\pi}{2} - \varphi' \quad (21)$$

ここで K : 補償回路変圧器 T_2 による係数、

θ : 帰還電圧の位相

$$\begin{aligned} \frac{d\varphi_r''}{dT} = \cos^2 \varphi_r'' \left\{ \frac{\tan \varphi_r''}{R_4} \frac{dR_4}{dT} - \frac{R_4 \tan \varphi_r''}{R_4^2 + |Z_i|^2 + 2|Z_i|R_4 \cos \varphi_2} \right. \\ \left. \times \left(\frac{dR_4}{dT} + \frac{|Z_i|}{R_4} \frac{d|Z_i|}{dT} + \cos \varphi_2 \frac{d|Z_i|}{dT} + \frac{|Z_i|}{R_4} \cos \varphi_2 \frac{dR_4}{dT} \right) \right\} \quad (22) \end{aligned}$$

となるが (22) 式で括弧の中の第 2 項は第 1 項より充分小さく

$$\frac{d\varphi_r''}{dT} \simeq \sin \varphi_r'' \cos \varphi_r'' \frac{1}{R_4} \frac{dR_4}{dT} \quad (23)$$

となる。したがって補償回路の条件としては $T_r'' = T_r'$, $\varphi_r'' = \varphi_r'$, $d\varphi_r''/dT = d\varphi_r'/dT$ となる。したがって、 R_4 に適当な値を選んだとして T_r' , φ_r' が求められると

$$K = \frac{|Z_i|}{R_4} \left(\tan \varphi_r + \frac{R_4}{|Z_i|} \sin \varphi_2 \right) \quad (24)$$

$$\frac{1}{R_4} \frac{dR_4}{dT} = \frac{d\varphi_r}{dT} \frac{1}{\sin \varphi_r' \cos \varphi_r' - \frac{R_4 \cos^2 \varphi' \sin \varphi_2}{|Z_i|}} \quad (25)$$

$$\theta = \pi/2 - \tan^{-1} \frac{\omega L}{R + R_4} \quad (26)$$

と各補償回路の定数が決定される。この各定数に偏差がある場合の T_r'' , φ_r'' , $d\varphi_r''/dT$ および総合した変圧比 T_{rs} , 位相ずれ φ_{rs} の関係は次のようになる。

$$\frac{\Delta T_r''}{T_r''} = T_r'' \frac{R_6}{R_5} \left(\frac{\Delta R_6}{R_6} - \frac{\Delta R_5}{R_5} \right) \quad (27)$$

$$\begin{aligned} \Delta \varphi_r'' = \sin \varphi_r'' \cos \varphi_r'' \left(\frac{\Delta R_4}{R_4} + \frac{\Delta K}{K} \right) \\ + \frac{\sin \varphi_r''}{\cos^2 \varphi_r'' + \sin \varphi_r''} \Delta \theta \quad (28) \end{aligned}$$

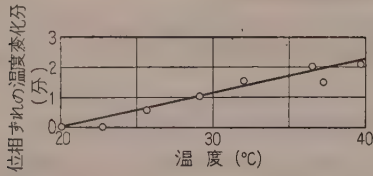
$$\begin{aligned} \Delta \left(\frac{d\varphi_r''}{dT} \right) = \left(\sin \varphi_r'' \cos \varphi_r'' - \frac{\cos^2 \varphi' \sin \varphi_2}{|Z_i|} \right) \\ \times \Delta \left(\frac{dR_4}{dT} \right) \quad (29) \end{aligned}$$

$$T_{rs} = \frac{T_r}{T_r''} \frac{\cos \varphi_r'' \cos (\varphi_r'' - \varphi_r')}{\cos \varphi_r'} \quad (30)$$

$$\varphi_{rs} = \varphi_r'' - \varphi_r' \quad (31)$$

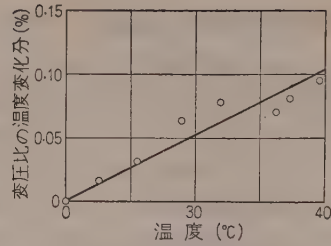
5. シンクロレゾルバ補償回路の実測

以上の結果を確かめるために第 2 章で述べたシンク



第 8 図 φ_{rs} の温度変化

ロレゾルバを用いて補償をした場合につき実測した。



第 9 図 T_{rs} の温度変化

第 1 表 シンクロレゾルバで補償した場合の特性

記 号	測 定 値	計 算 値
R_s	278 Ω	278 Ω
R_0	5.00 k Ω	4.430 k Ω
R_1	13.4 Ω	13.4 Ω
dR_s/dT	0.068 $\Omega/^{\circ}\text{C}$	0.065 $\Omega/^{\circ}\text{C}$
K	4.66	4.56
T_{rs}	1.00	0.944
φ_{rs}	-4'	-1'
dT_{rs}/dT	0.1%/^{\circ}\text{C}	0.1%/^{\circ}\text{C}
$d\varphi_{rs}/dT$	2'/^{\circ}\text{C}	2.3'/^{\circ}\text{C}

その結果は第1表のとおりで計算値と実測値がよく一致している。総合した変圧比と位相ずれの温度特性を第8図、第9図に示す。

結 言

シンクロレゾルバの温度特性とその補償回路を解析し、実験による検討をして等価回路の考察によって説明されることを明らかにした。終りにご指導いただいた西山静男博士、実験に協力された猪瀬武氏に感謝します。(昭和 34 年 11 月 17 日受付, 同 35 年 3 月 4 日再受付)

文 献

- (1) Sidney Davis: Product Engineering 129 (1953-11)
- (2) Reeves Resolver Hand Book (1957)

UDC 621.316.542.064.26

真 空 ス イ ッ チ の 残 留 電 流*

資料・論文

35-57

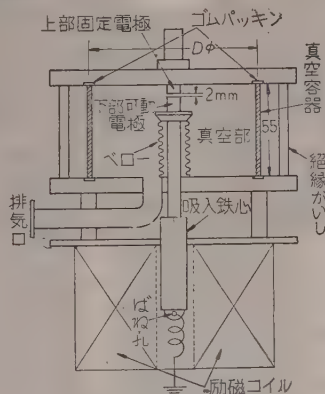
正員 中 野 義 映† 正員 長 岩 猛 犬††

1. 緒 言

真空スイッチは元来通信機の高圧回路の開閉用として使用され、たとえばアメリカの Jeunings Radio Manufacturing Corp. などで製造されている。しかし最近では同じくアメリカにおいて電力用開閉器として使用されており、主としてコンデンサバンクの切換え開閉用として実用に供されている。(1)~(4) 筆者らはかねて油入しゃ断器、空気吹付消弧装置の残留電流、残留抵抗などを測定し、それらの波形としゃ断電圧、電流および消弧などに関する資料(5)~(8)を得ていたため、試作した真空スイッチについてもこれを測定し、消弧性能を比較してみることにした。ただし試験に用いた電源は 3.3 kV 配電系統であるため、一般の電力系統にくらべればきわめて小規模であるが、大電力真空スイッチの試作に多少の参考になれば幸いである。

2. 試作真空スイッチの構造

第1図は断面図を、第2図は外形写真を、第3図は上部固定電極を取りはずしたときの写真を示す。上部固定電極は 6 mmφ、長さ 7 mm の銅製丸棒で簡単に取りはずせるようにし、下部可動電極は 8 mmφ、長さ 18 mm の銅製丸棒とした。可動電極は吸込鉄心による電磁駆動とし、真空容器外よりベローを通じて操



第1図 試作真空スイッチ構造図

ただしわく内は下部可動電極
抜取写真

第2図 外形写真

第3図 上部固定電極を
取りはずしたときの写真

作するようにした。この際真空容器の内部が真空になると、大気圧力と内部圧力との差でベローの内部断面積に応じた上向きの圧縮力が働き、電極を開離するための電磁操作に反力として働く。これを軽減して電極の開離速度の低下を防ぐために吸込鉄心の下部に引張りばねを設置した。真空容器の側壁は肉厚 3.5 mm、高さ 58 mm のガラス円筒で、その内径を第1表に示すような3種類にして内容積を変えて実験した。

第1表 真空容器の種類

名 称	内 径 D (mm)	断 面 積 (cm^2)	内 容 積 (cm^3)
容 器 大	92.5	67.2	390-6.5=383.5
" 中	63.5	31.6	183-6.5=176.5
" 小	48.0	18.05	105-6.5=98.5

この表の内容積から 6.5 cm^3 が差引いてあるのは、ベローおよび電極の容積を除いた残り、すなわち真の真空容積を算出したためである。ガラス円筒の上下には真空用ゴムパッキンをそう入し、絶縁がいし3個で締めつけた。またしゃ断試験の際には、容器内の圧力を 10^{-4} mmHg 以下とするときは真空ポンプで排気を行った状態とし、それ以上 10^{-1} mmHg までの圧力の場合は排気管のコックを閉じ、内部圧力を真空計で測定しながらしゃ断試験を行った。可動電極の平均しゃ断速度は約 20 cm/s、全しゃ断行程は 2 mm とした。

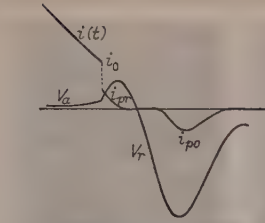
3. 実 験 結 果

試験回路および測定装置は第4図、第5図に示すも

* On the Post Arc Current of the Vacuum Switch. By Y. NAKANO, Member & T. NAGAIWA, Member (Tokyo Institute of Technology).

† 東京工業大学教授、電力工学担当

†† 東京工業大学助手、電力工学担当



i_0 : さい断電流, i_{pr} : 前残留電流
 i_{po} : 後残留電流

第 8 図 前および後残留電流

連続的に連なるのは、アーク電流の一部が電源の内部漂遊容量へ充電電流として奪われるためである。すなわち、この瞬時の i_0 と i_{pr} との差分が電源の並列静電容量に流れるが、その分だけアーク電極を流れる電流は減少することになる。

第 7 図でもわかるとおり真空气圧を上昇すると次第に切れ味が悪くなっている。同図 (1)~(4) では後残留電流は認められないが、気圧の上昇とともに前残留電流は増加している。(5) では 5×10^{-2} mmHg で後残留電流も現われ、(6) では 5.6×10^{-2} mmHg でシャ断不能におちいつている。また図面は省略するが同一条件の試験で 6.7×10^{-4} mmHg で再起電圧の振動が激しく前残留電流がきわめて小であり、 2.7×10^{-3} mmHg では後残留電流がわずかに認められ 7.8×10^{-3} mmHg では後残留電流が大きくなり一種のグロー放電形態を経て再点弧し、 4.5×10^{-1} mmHg では完全にシャ断不能となった例もある。シャ断不能の気圧では再起電圧によって再点弧する場合のほか、回復電圧によって絶縁破壊を起してアークに移る場合、またそのまま消弧する場合、消弧と再点弧の連続反復の場合な

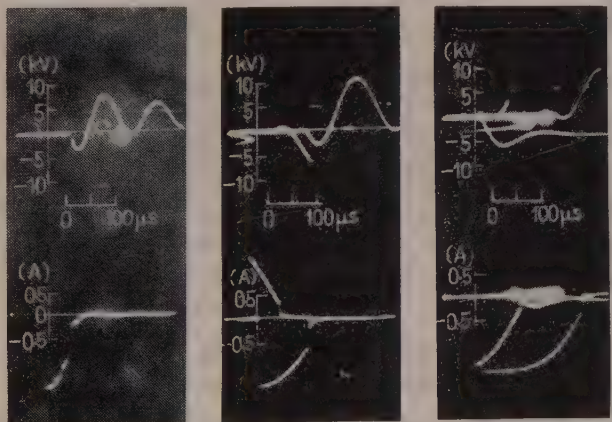
どがある。次にシャ断電流を 60 A とし、気圧を 90 A のときと同範囲としてみたが、ほぼ 90 A のときと同様の結果を得た。

(3.2) 真空容器の大きさの影響 真空容器の大きさを大中小の 3 種類に変えて試験を行った。その結果真空のよい場合 (10^{-4} mmHg のオーダ) では容器の大小によりシャ断特性に著しい変化は認められなかったが、真空が悪くなると大中小の差が現われてきた。

第 9 図はこの模様を示す代表的なオシログラムである。 10^{-2} mmHg 付近では容器大では最初の半周波のアーク時間でシャ断完了し、容器中では 1 回再点弧波形を含むが、依然として後残留電流は認められない。容器小では数回の再点弧をくり返してシャ断完了しているが、後残留電流も認められ、再起電圧の振動も減衰して非振動的となっている。第 10 図は電流シャ断後の電極付近の模様を示す写真である。

(3.3) 並切形油入シャ断器 (OCB) による試験結果 真空スイッチと直接関係はないが、現在一般配電線系統に広く使用されている市販の OCB の切れ味、残留電流、残留抵抗を求めて比較してみた。シャ断行程は 61 mm で全体の形状も VS よりも大であり、それにもまして定格が同一でないものを比較してもとえられるが、普遍的である OCB と同一シャ断回路に対するアーク時間、残留電流などを比較してみると、興味深いものがある。

代表的オシログラムを第 11 図ないし第 14 図に示した。第 12 図は残留電流の波形を示すが、その全体を明らかにするため掃引速度を低下して撮影した。この図のような明確な残留電流が全シャ断試験を通じて



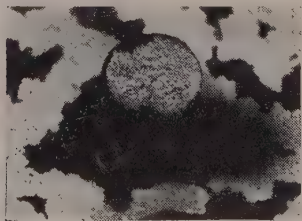
(1) 容器大, 内径 92.5 mmφ, 1.3×10^{-2} mmHg (2) 容器中, 内径 63.5 mmφ, 1.4×10^{-2} mmHg (3) 容器小, 内径 48.0 mmφ, 1.0×10^{-2} mmHg

供試シャ断回路 3.3 kV, 60 A, 力率 34% 遅れ

第 9 図 VS でシャ断した場合、真空容器の大きさによる電流零値近傍の電圧、電流オシログラムの比較

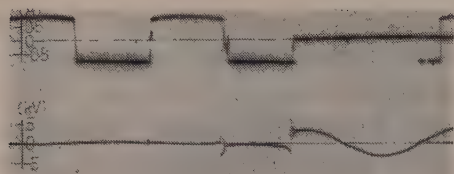


(1) 直径 6 mmφ 上部電極保持板(縮小)上部電極のみ新品



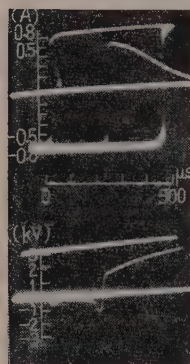
(2) 約 1,000 回 (3.3 kV, 60 A, 850 回, 90 A, 150 回) シャ断後の上部電極損傷を示す拡大写真

第 10 図 電極接点の損傷程度を示す写真



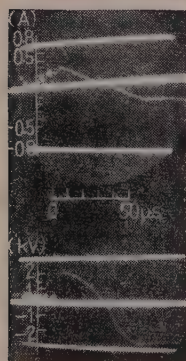
供試しゃ断回路 2.6 kV, 25 A, 力率 10.1% 遅れ,
フィルム掃引速度 3 m/s

第 11 図 OCB しゃ断による電圧、
電流全波形を示すオシログラム



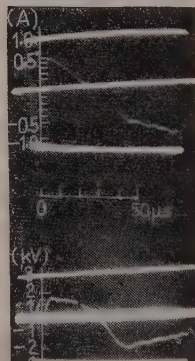
供試しゃ断回路 2.6 kV,
60 A,
分流量抵抗 $r=0.25 \Omega$

第 12 図 OCB しゃ断
時しゃ断完了した場
合、残留電流全波形と
再起電圧オシログラム



(1) しゃ断完了時

供試しゃ断回路 2.6 kV, 60 A, 力率 28.7% 遅れ,
分流量抵抗 $r=0.11 \Omega$

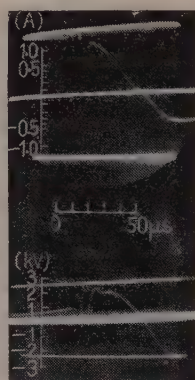


(2) 再点弧時

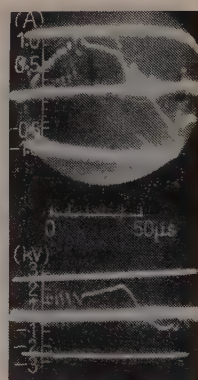
第 13 図 OCB しゃ断による電流零値近傍の
電圧、電流オシログラム

観察されたが、電流さい断現象は明らかに現れず再起電圧の振動も VS にくらべればはるかに減衰が早い。ただ残留電流は第 12 図でみると、その零値付近で零休止がなく連続直線的であるかに見えるが、掃引速度を上げた第 13 図、第 14 図でみると、前と後との各残留電流の間に零休止が認められる。再点弧時の残留電流の継続期間（これが普通の電磁オシログラムに見られるいわゆる零休止に相当）は数十～数百マイクロ秒におよび、場合によっては 1 ms 以上に達することがある。

(3・4) 試作圧縮空気吹付消弧装置 (ABB) による



(1) しゃ断完了時

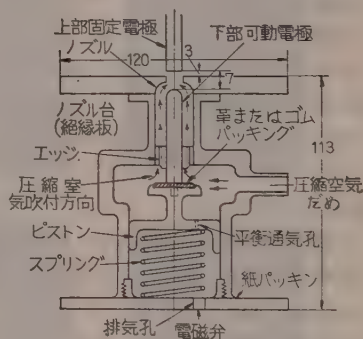


(2) 再点弧時

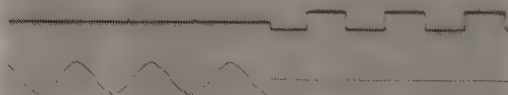
供試しゃ断回路 2.6 kV, 90 A, 力率 42.4% 遅れ,
分流量抵抗 $r=0.11 \Omega$

第 14 図 OCB しゃ断による電流零値近傍の
電圧、電流オシログラム

試験 この装置は第 15 図に示すような構造である。しゃ断行程は 7 mm で VS の 2 mm にくらべれば長いことと、空気圧力も $1.5 \sim 4 \text{ kg/cm}^2$ であって、一般の空気しゃ断器よりも低い点はあるが、全体の形態寸法などが VS と似ているので、比較してみることにした。



第 15 図 試作 ABB 構造図

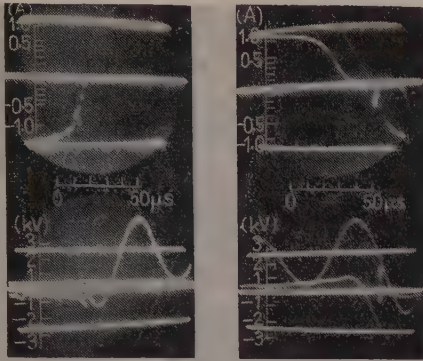


供試しゃ断回路 2.6 kV, 25 A, 力率 10.1% 遅れ,
フィルム掃引速度 1.3 m/s

第 16 図 ABB しゃ断による電圧、電流
全波形を示すオシログラム

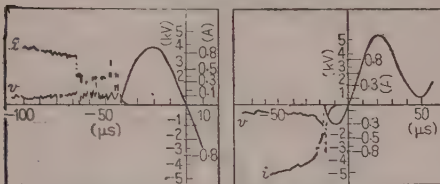
代表的オシログラムを第 16 図、第 17 図に示す。ABB の切れ方は VS にくらべアーク電圧が高いという点を除いては、おおむね近似している。電流さい断現象、前残留電流、再起電圧の振動など OCB の場合と著しい差異がある。

しゃ断電流は $25 \sim 90 \text{ A}$ の範囲であるが、電流が大となるほど切れにくくなることは一般の常識どおりで



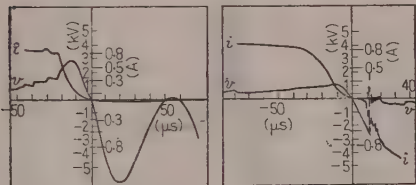
(1) シャ断完了時 $p=2.1 \text{ kg/cm}^2$
 供試シャ断回路 2.6 kV, 90 A, 力率 42.4%遅れ, p : 圧縮空気だめ圧力
 (2) 再点弧時 $p=1.5 \text{ kg/cm}^2$

第 17 図 ABB シャ断による電流零値近傍の電圧、電流オシログラム



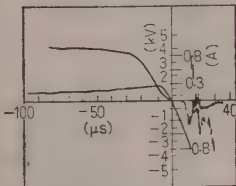
(a) 26 kV 25 A 2.1 kg/cm²

(b) 26 kV 90 A 1.3 kg/cm²



(c) 26 kV 90 A 1.8 kg/cm²

(d) 26 kV 90 A 1.5 kg/cm²



(e) 26 kV 90 A 1.4 kg/cm²

第 18 図 ABB シャ断の際の電圧と残留電流波形

ある。60 A ぐらいまではおおむねアーク時間は半周波であるが、それ以上の電流となると半周波以上の場合もあり、再点弧波形も得られた。これらの試験結果の波形を整理してみると、消弧性の大→小にしたがって、次のような 4 種類の場合に分類される。

(i) 電流さい断の位相が電流自然零より前に過ぎてオシログラムにははらず、かつ長い間反復再点弧をくり返しているもの。〔第 18 図 (a)〕これはシャ断電流が最小のときである。

(ii) 電流さい断点はオシログラムに明確に現われており、前残留電流は僅少であって、その残留電流への遷移は不連続性が明らかであり、後残留電流は認め

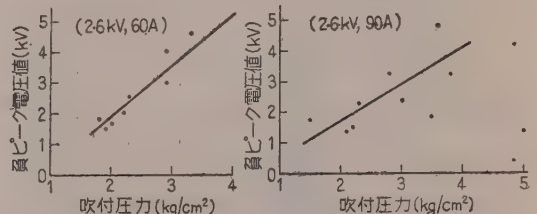
られないもの。〔第 18 図 (b)〕

(iii) 電流さい断は認められるも前残留電流は大きく、後残留電流も認められるもの。〔第 18 図 (c)〕

(iv) 電流さい断がほとんど認められず、アーク電圧はなだらかな上昇の後に、電流零値に接近するとともに次第に減少する特性を示しているもの。しかしこの前残留電流の零休止は OCB の場合よりも長くかつ明らかである。この場合は消弧力の小なるためで、

(d) 図の 90 A シャ断の際、最終半波の再点弧の際の電流零値時がその一例である。

空気圧力と再起電圧の負ピーク値との関係を求めてみると、第 19 図のようになる。この負ピーク値は前残留電流による減衰が閉却できるとすれば、概算的にさい断電流の大きさに比例すると考えてさしつかえない。したがって、さい断電流値は空気吹付圧力にはほぼ比例して高くなるといえる。



第 19 図 ABB シャ断時、圧縮空気圧力と再起電圧の負ピーク値との関係図表

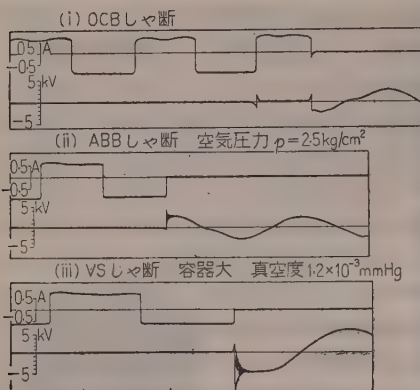
(3.5) 3 種の消弧装置のアーク電圧その他の比較

第 20 図は同一の回路で 3.3 kV, 60 A をシャ断した際のオシログラムの比較である。OCB ではアーク時間が 1 周波以上で、アーク長も長いので最終半波の終りに近いところのアーク電圧は 1~2 kV である。ABB, VS ではほとんど半周波でシャ断し得ており、後残留電流も認められず、再起電圧も強く振動している。アーク電圧は ABB では 0.5~1 kV であるに対して VS では 9 V 程度である。

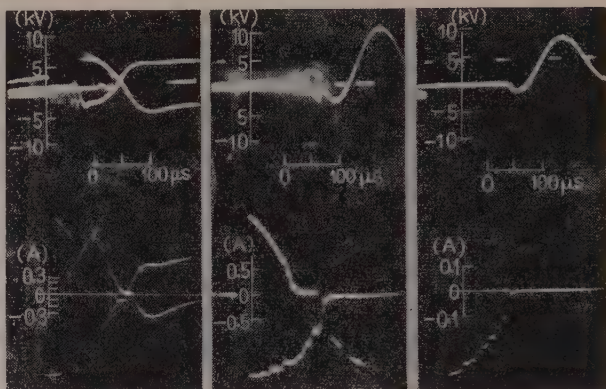
4. 実験結果の検討

(4.1) 真空スイッチの消弧性 VS では、試験した範囲の真空度ではアーク電圧は他の消弧装置にくらべて著しく低いにもかかわらず、電流零値付近での残留電流は小であり、電流は自然零値以前にさい断され、さい断点は明確に認められる。これは VS の電流零値の消イオン作用が他の装置にくらべて効果的であることを意味する。真空中であるから荷電粒子の拡散作用に基づく消弧作用であろう。

次にさい断電流値と真空容器ならびに真空度との関係を調査したが、ばらつきが大きく両者の間に有意な



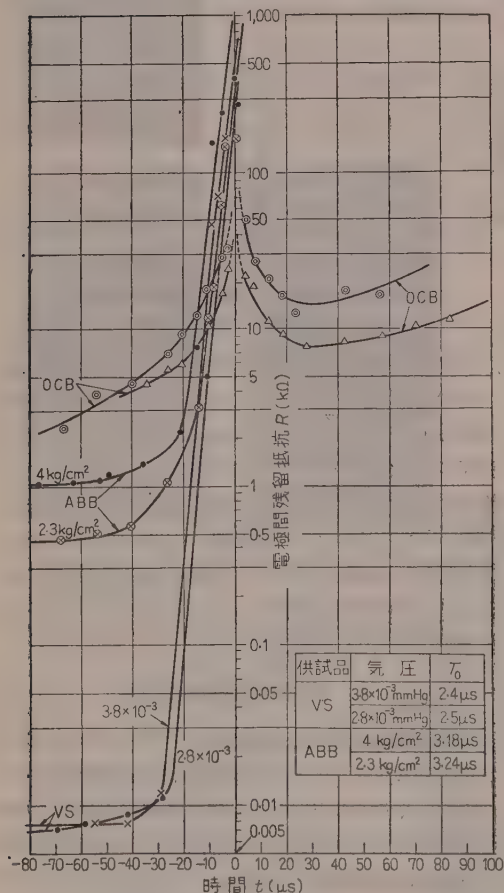
(a) ロングレコードオシロ波形



(1) OCBしゃ断オシログラム (2) ABB しゃ断オシログラム, 吹付圧力 2.3 kg/cm^2 ラム (容器大), 真空度 $4 \times 10^{-4}\text{ mmHg}$

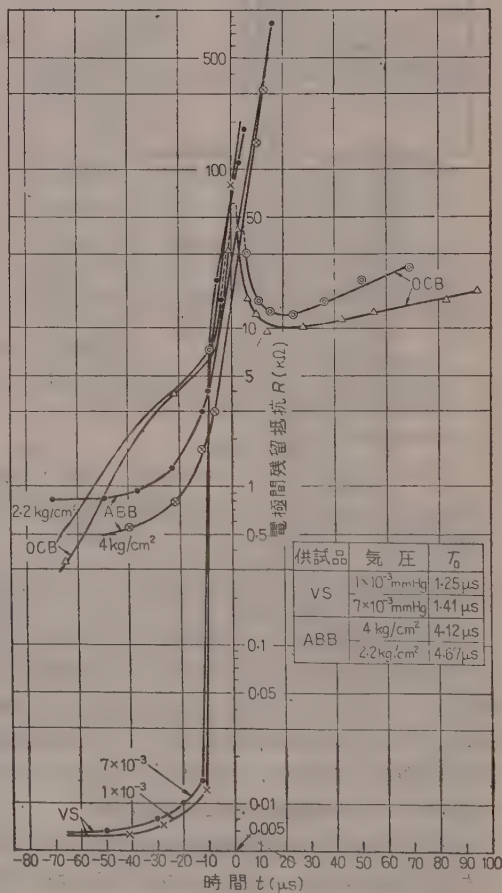
(b) 零点掃引方式による電流零値近傍の波形

第 20 図 同一回路条件で消弧装置種別による電圧, 電流波形の比較



3,300 V, 60 A, しゃ断回路, 力率 34% 遅れ

第 21 図 アークしゃ断後の電極間残留抵抗-時間特性のしゃ断器種別による比較



3,300 V, 90 A, しゃ断回路, 力率 45% 遅れ

第 22 図 アークしゃ断後の電極間残留抵抗-時間特性のしゃ断器種別による比較

相関関係は認められない。これは実験回数の不足も一因かとも考えられるが、接点开離瞬時の位相のばらつ

きで、しゃ断完了瞬時の電極ギャップ、電極間のプラズマ密度のふぞろいも一因と考えられる。

(4・2) 残留抵抗 VS では真空が適当に保持されれば (10^{-3} mmHg 以下) 後残留電流はほとんど現われず、残留抵抗は大である。しかし電流さい断点付近ではアーク痕跡の抵抗は低く、以後急激に抵抗は上昇する。第 21 図、第 22 図は比較のため OCB, ABB の残留抵抗をも示したものである。この図において、 $t=0$ のとり方は OCB については電流の極性が反転する瞬時をとればよいので、別に問題はないが、電流さい断を伴う ABB と VS とでは後残留電流が現われないこともある (VS ではこのほうが普通である) ので、 $t=0$ をどこにとるかが問題である。電流さい断点を $t=0$ とすることも考えられるが、電源よりの全電流はまだ零になっておらず、しゃ断器の消弧性のためにアーク電流が他に移されているのであるからこれをやめることにした。筆者は便宜上、一応次のようなとり方とした。すなわち、いま

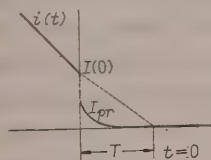
$$T = I(0)/I_m\omega$$

$I(0)$: さい断電流, I_m : シャ断電流 $i(t)$

の最大値, $\omega = 2\pi f$, f : 商用周波数

により T を求め、電流さい断点より T 秒後を $t=0$ とすることとした。

VS, ABB, OCB の 3 者とも大きさも異なるし、しゃ断行程、しゃ断速度なども同一ではないので残留抵抗を一つのグラフの上で比較することには問題があるが、同一しゃ断電圧、電流に対して、しゃ断距離の非常に短い VS, 次に短い ABB などの残留抵抗がきわめて短時間に大きな値に増加することは興味深い。すなわち初期の残留抵抗が OCB では $1\sim 5\text{ k}\Omega$, ABB では $0.5\sim 1.0\text{ k}\Omega$ に対し VS では $0.005\sim 0.01\text{ k}\Omega$ というきわめて低い値であるが、零値直前のきわめて短



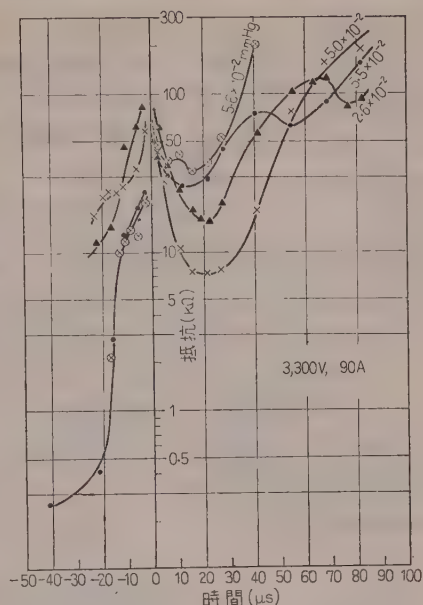
第 23 図
 $t=0$ の決め方

$$R(t) = R_0 e^{\frac{t}{T_0}}$$

ここに T_0 : 抵抗変化の時定数, R_0 : 初期抵抗

で近似的に表わせることになる。

一方 OCB では同図で電流零値付近の極大値まで上昇し、以後 $t=20\sim 40\mu\text{s}$ 付近でいったん $10\text{ k}\Omega$ 前後まで落ち、その後再び緩慢に上昇してゆく。VS と OCB とでは残留抵抗の初期値とその上昇速度とで大



第 24 図 低真空 VS の残留抵抗 $R(t)$

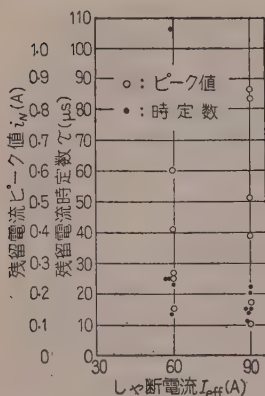
いに異なるが、VS は ABB にくらべても電極間の残留抵抗上昇速度が大であることが認められる。

$R(t)$ が上の計算式で表わせるのは、第 21 図などの直線部分で残留抵抗がもっとも急激に増加している部分である。この計算式における T_0 の値をおおのの場合につき数値計算した結果が、第 21 図および第 22 図中の表に示してある。 T_0 の値は小なるほど残留抵抗の増加が急速であることになる。VS で 60 A シャ断の場合よりも、 90 A シャ断の場合のほうが T_0 が小となっているのは理由が明らかでない。

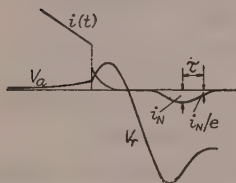
(4・3) 真空度の低下したとき 次に VS の真空度が低下したときは第 24 図のような残留抵抗特性を示した。これは気圧の上昇とともに電流零値付近での拡散による消弧機能が低下するためと思われる。後残留電流がよく認められ、OCB の場合と似たものとなる。ただし残留抵抗の上昇率と極小値(谷)とはともに VS のほうが高かった。第 2 表、第 25 図は残留電流および残留抵抗の算出結果をまとめたものである。気圧が 10^{-2} mmHg ぐらになると、VS と OCB とは残留電流などが近いものとなった。

(4・4) 真空度と容器の容積 気圧の上昇とともに前残留電流の増加および後残留電流の出現は上述のとおりであるが、それらの気圧に関する定量的限界は容器の大きさによって異なる。いまこの実験の回数の範囲で限界を示すと、第 2 表、第 3 表のようになる。

後残留電流が現われるもしゃ断可能な気圧範囲はきわめて狭く、後残留電流が現われる気圧は一応しゃ断



第 25 図 VS しゃ断におけるしゃ断電流実効値と残留電流波高値および残留電流時定数との関係 (容器大)



第 26 図 低真空 VS のしゃ断の際の残留電流

しかしこの程度の小電流では比較的短いギャップ (2 mm) で、市販の油入しゃ断器 (しゃ断行程 61 mm) と試作空気吹付消弧装置 (空気圧力 4 kg/cm², しゃ

第 2 表 低真空の VS で 3.3 kV しゃ断の際の後残留電流 (容器大)

(a) しゃ断電流 90 A, 力率 45% 遅

番号	気 圧 (mmHg)	後残留電流ピーク値 i_N (A)	r_0 (kΩ)	R_0 (kΩ/cm)	τ (μs)
1	2×10^{-2}	0.86	11.8	59.0	12.9
2	$2.6 \times "$	0.39	16.8	84.0	10.4
3	$3.8 \times "$	0.51	12.3	61.5	15.1
4	$5.0 \times "$	0.83	8.3	41.5	20.1
5	$5.5 \times "$	0.17	25.1	125.5	22.0
6	$5.6 \times "$	0.10	35.4	177.0	13.7
7	"	0.13	42.4	212.0	15.1

(b) しゃ断電流 60 A, 力率 34% 遅

番号	気 圧 (mmHg)	後残留電流ピーク値 i_N (A)	r_0 (kΩ)	R_0 (kΩ/cm)	τ (μs)
1	2.5×10^{-2}	0.41	17.6	88.0	24.8
2	$2.85 \times "$	0.25	36.2	181.0	13.7
3	$4.1 \times "$	0.27	23.6	118.0	23.4
4	$9.7 \times "$	0.60	9.9	49.5	106.0
5	"	0.15	31.7	158.5	24.8

注 r_0 : i_N のときの残留抵抗, R_0 : 1 cm あたりの r_0 の値, τ : 残留電流が i_N の値より i_N/e の値になるまでの時間 (μs)

不能に接近している警戒すべき気圧範囲にあると考えてよい。しゃ断不能の際は、ガラス筒全体にわたってプラズマが認められ、試験後分解してみると、ガラスの周囲壁には黒褐色の析出物が附着していた。これはゴムパッキンにプラズマまたは荷電粒子があたって生じた炭化物であろう。

5. 結 言

試験に用いた電源の容量が 3.3 kV, 100 A 以下程度の小規模なものであって、この結果をもって直ちに真空スイッチの電力しゃ断器用としての性能を論ずることはできない。

第 3 表			
しゃ断回路	真空容器	後残留電流の認められない気圧	後残留電流は認められるもしゃ断可能な気圧
3.3 kV, 60 A	大	1.8×10^{-2} mmHg 以下	$1.85 \sim 5.8 \times 10^{-2}$ mmHg
	中	1.2×10^{-2} mmHg 以下	$1.4 \sim 3.6 \times 10^{-2}$ mmHg
	小	10^{-3} mmHg のオーダーでもしゃ断不能になることあり。限界が明りょうに出なかった。	

断行程 7 mm) とにくらべてよく切れることがわかった。これらの要点を総括してみると、

- (1) アーク電圧降下がきわめて低く、この実験に用いたアークギャップ 2 mm では 10 V 内外であり、したがってアークエネルギーもはなはだ小である。
- (2) 電流零値付近での消イオン作用は他の装置よりも顕著であり、残留電流も少ない。前残留抵抗の初期値は極端に低い値で、この装置では数オーム程度であるが、電流さい断されて以後の残留抵抗上昇率はきわめて高い。なお、このほかこの実験で確かめられた点を要約すると、
- (3) 真空気圧を安全しゃ断可能範囲内 (10^{-4} mm Hg 以下) より次第に上げてゆくと、漸次に前残留電流が増加し 10^{-2} mmHg のオーダーになると後残留電流までも現われるにいたる。さらに気圧を上げるとまもなくしゃ断不能になる。これら後残留電流が現われてもしゃ断可能な気圧範囲は狭いので、後残留電流の出現はしゃ断不能に対する警報といえる。
- (4) 実験した程度の真空容器の大きさの範囲では、真空気圧が 10^{-4} mmHg 以下ならば大きな影響は認められない。しかし後残留電流の現われる気圧範囲にいたれば、容器の小なるほうがしゃ断不能におちいりやすい。
- (5) しゃ断不能の気圧範囲では電極間で絶縁破壊を起し、消弧と再点弧をくり返し、間欠放電となることが多い。
- (6) 電流さい断現象の起きることは空気吹付消弧装置と似ているが、後者ではさい断電流が空気圧力に比例して高いが、真空スイッチでは真空度または真空容器の容積に対しばらつきが多く、有意な相関関係は認められなかった。

この研究を行うにあたって協力された本学大学院学生益田淳一氏、学部学生小川寿美雄氏の労を多とする。(昭和 34 年 9 月 16 日受付, 同 35 年 3 月 10 日再受付)

文 献

- (1) R. W. Sorensen & H. E. Mendellhall: Trans. Amer. Inst. Elect. Engrs **45**, 1102 (1926)
- (2) J. E. Jennings, A. C. Schwager & H. C. Ross: Elect. Engng **75**, 350 (1956)
- (3) J. W. Rittenhouse: Elect. Engng **76**, 202 (1957)
- (4) H. C. Ross: Pwr Apparatus and Syst. No. 35, 104 (1958)
- (5) 中野・長岩, 他: 昭 34 連大 423
- (6) 中野・長岩・益田: 昭 33 連大 522
- (7) 中野・長岩: 昭 32 東京支部大会 129
- (8) 中野: 昭 31 連大 325
- (9) 山崎: 電試研 No. 547, 14 (昭 30)

UDC 621.3.015.533

衝 撃 沿 面 フ ラ ッ シ オ ー バ に 関 す る 一 考 察*

資料・論文

35-58

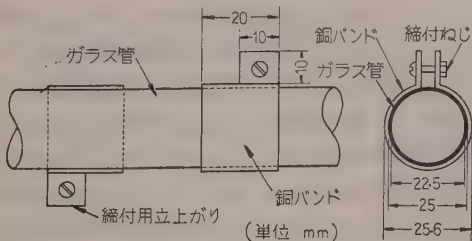
正 員 長 田 晋 吾†

1. 緒 言

筆者は沿面フラッシュオーバーの機構を調べる目的で、その基礎的実験として衝撃電圧のリヒテンベルと像ならびに粉像を求めて、それらの電圧特性および沿面フラッシュオーバー電圧特性との関連性などについてすでに報告した。^{(1)~(3)} その際にガラス管を用いて背後電極のない場合の沿面フラッシュオーバーの特性を調べてみた。ガラス管が空心のものの、内部に蒸留水を充てんしたもの、および食塩水を充てんしてその濃度を種々変えたものについて実験を行い、これらの沿面フラッシュオーバー特性を比較したところ興味ある二三の事実を見出したので、誘電率および解離イオンの観点からおもに定性的に検討を試みた。管内の充てん物はいずれの場合も接地せず絶縁状態に保った。

2. 実験の方法

第1図に示すような内径 22.5 mm, 外径 25 mm のガラス管の外周に2個の幅 20 mm, 厚さ 0.3 mm の銅帯を巻き、これを締めつけてガラス表面と密着させて電極とし、接地極を固定して電圧印加極を動かしてフラッシュオーバー距離を変えた。電極とガラス管表面の接触には特に注意をはらい完全に接着するようにくふうした。印加衝撃電圧は標準波形 $(1 \times 40) \mu s$ である。食塩水を充てんする際には蒸留水 100 cc 中にそれぞれ 1 mg, 10 mg, 100 mg, 1 g および 10 g の食塩を溶解して用いた。フラッシュオーバー電圧値には 50 % フラッシュオーバー値を5回求めてその平均値をとり、かつ測定をつどガラス表面および空心の場合はその内部の



第 1 図 実験装置

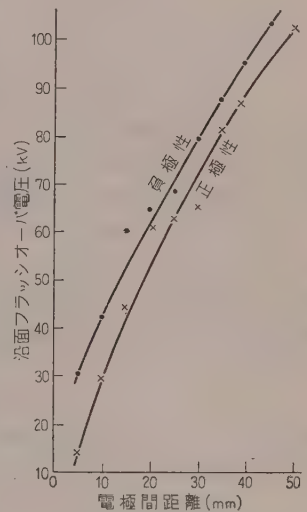
残留電荷を消去して実験を行った。

3. 実験結果ならびに考察

沿面フラッシュオーバーは湿度の影響を受けるので、実験はすべて相対湿度 85 % のときを選んで行い、温度は $7 \sim 10^\circ C$, 気圧は 760 mmHg 近傍であった。

(3・1) 空心ガラス管と蒸留水を充てんしたガラス管の沿面フラッシュオーバー電圧特性 正極性および負極性のフラッシュオーバー電圧値と電極間距離との関係を第2図と第3図

に示す。フラッシュオーバー時の火花の様子は空心では直線的にフラッシュオーバーするが蒸留水を充てんすると火花は屈曲した経路をたどりその間にこぶができるときもある。また空心のときにはフラッシュオーバー後ガラスの表面に銅粉の蒸着が見られたが、蒸留水を充てんした場合にはこのようなことは認められなかった。



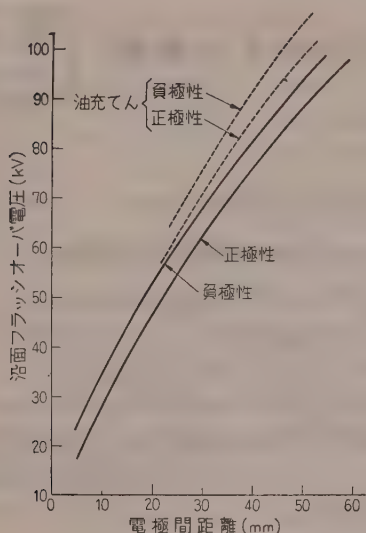
第 2 図 空心ガラス管の沿面フラッシュオーバー電圧特性

(a) 極性効果について 第2図および第3図に明らかなように空心、蒸留水充てんいづれにも極性効果が認められ、正極性フラッシュオーバー電圧のほうが負極性のそれより小さい。

Meek 氏は気中の不平等電界において生ずる極性効果について述べているが、⁽⁴⁾ 沿面フラッシュオーバーの場合もほぼ同様と考えられる。すなわち電極間にある電圧を印加したとき電子なだれ頭部の空間電荷電界を考えると、正極性電圧のほうが負極性電圧の場合より大きくなる。このことは正極性電圧のもとでは負極性電圧より低い値で電子なだれのストリーマ転移が行われ

* Some Considerations on Creeping Discharge. By S. NAGATA, Member (Faculty of Engineering, Fukui University).

† 福井大学工学部

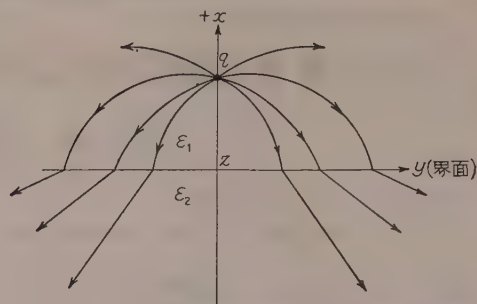


第3図 蒸留水を充てんした場合の
沿面フラッシュオーバー電圧特性

ることを意味し、極性効果が現われることになる。なお、このほかに極性効果に対する付近にある接地物体の影響も当然考えられるが、実験は乾燥したコンクリート床にある高さ 75 cm の木製実験台上の直径 40 cm、高さ 40 cm の大形ピンがいし 上で行い、かつ台自体も他の接地物体から 3 m 以上はなれているから、極性効果におよぼす付近の接地物体の影響は小さいと思われる。

(b) 沿面フラッシュオーバー電圧特性の比較 ガラス管が空心のときと比較して蒸留水を充てんするとフラッシュオーバー電圧は低下するが、第2図と第3図をくらべると、(直接比較したものは第6図および第7図) 低下の程度は電極間距離の増大とともに大きくなり、5 cm 程度の距離になると 15 kV ぐらいにも達する。ガラス表面の導電率を一定に保った条件のもとで、このようなフラッシュオーバー電圧が低下する原因として、これを遊離イオンおよび誘電率の二つの面から考察してみた。

実験に用いたガラス管はソーダガラスであるから、その表面には多少 Na^+ イオンが遊離しているし、また蒸留水中にもわずかながら H^+ イオンと OH^- イオンが存在しているから、(蒸留水のイオン濃度は約 4 万分の一モル程度) 外部から電界を加えた場合に、これらイオンによる電界の変わいが空心のときより大きくなり、フラッシュオーバー電圧は低下する。しかしイオンの濃度が小さいから、電圧低下におよぼす作用も次に述べる誘電率の相違による作用よりはるかに弱いと推



第4図

定される。

次に誘電率の方面から考える。いま一般に第4図のように誘電率の異なる ϵ_1 , ϵ_2 なる媒質が界面を接しているとき、図のように座標軸をとると、 ϵ_1 なる媒質中の電荷 q には次式で示される F_x なる力が x 方向に働く。

$$F_x = -\frac{1}{4\pi\epsilon_1} \frac{\epsilon_{s2} - \epsilon_{s1}}{\epsilon_{s2} + \epsilon_{s1}} \frac{q^2}{(2a)^2} \dots\dots\dots (1)$$

ϵ_{s1} , ϵ_{s2} : それぞれの媒質の比誘電率, a : 電荷 q と界面間の距離

$\epsilon_1 < \epsilon_2$ なる場合には、 ϵ_1 中の電荷 q は図のように F_x なる力を界面に垂直に ϵ_2 の媒質のほうへ受ける。そこで、いま ϵ_1 の媒質としてガラス管外周の大気を考え、 ϵ_2 の媒質として空心のときには大気 ($\epsilon_1 = \epsilon_2$)、蒸留水充てんのときには蒸留水 ($\epsilon_2 = 80$, $\epsilon_1 \ll \epsilon_2$) としガラスの厚さはしばらく無視する。実験は pl がおよそ 1,000 mm Hg·cm 近傍で行ったから、単一電子なだれで火花が形成されたときとみてよい。また衝撃電圧を印加したから当然過電圧破壊となるから

$$l \geq Z_0 \dots\dots\dots (2)$$

l : 電極間の距離, Z_0 : 電子なだれがストリーマに転移する距離

第2図をみると正極性フラッシュオーバー電圧の測定値 (50% フラッシュオーバー値 5回の平均) は $l = 2.5$ cm 付近でばらつきが非常に大きく、同様なことが負極性フラッシュオーバー電圧においては $l = 2$ cm 付近でみられる。さらに第1表に第2図の特性の測定内容を示したが、この表からしても上記電極間距離近傍の測定点内容において、他の測定点とくらべて 50% フラッシュオーバー電圧のばらつきが大きく現われている。このことからして正極性フラッシュオーバーでは約 2.5 cm、負極性フラッシュオーバーでは、約 2 cm 以下の電極間距離では電子なだれがギャップを横切ることを示し、空間電荷電界の式中には $\exp \int_0^l \alpha dZ$ の項を含み、上記の限界距離以上のギャップでは、電子なだれは片方の電極近傍の強い電界部分だけを通過するわけで、空間電荷電

第 1 表 空心ガラス管の沿面フラッシュオーバー

電圧特性の測定値

距 離 (cm)	正極性 50 % 沿面フラッシュ オーバー電圧 (kV)				負極性 50 % 沿面フラッシュ オーバー電圧 (kV)			
	最 大	最 小	5 回の 平 均	ばらつき の 範 囲	最 大	最 小	5 回の 平 均	ばらつき の 範 囲
0.5	15.0	14.1	14.6	0.9	31.6	30.7	31.2	0.9
1.0	29.6	29.0	29.2	0.6	42.7	42.3	42.5	0.4
1.5	45.1	44.5	44.9	"	60.6	59.4	60.1	1.2*
2.0	62.0	60.8	61.2	1.2*	66.6	64.7	65.3	1.3*
2.5	64.1	62.4	63.3	1.7*	69.1	68.5	68.8	0.6
3.0	65.4	64.8	65.2	0.6	80.7	80.3	80.5	0.4
3.5	82.3	81.9	82.1	0.4	88.9	88.4	88.7	0.5
4.0	87.6	86.9	87.3	0.7	95.5	95.0	95.2	"
4.5	—	—	—	—	104.6	103.9	104.2	0.7
5.0	104.0	103.1	103.5	0.9	—	—	—	—

* 他の測定点と比較してばらつきが大きい。

界の式の中に $\exp \frac{1}{2} \int_0^l \alpha dZ$ の項を含むことになる。すなわち、限界距離を境にしてこれより小さいギャップでは $l=Z_0$ 、大きいギャップでは $l>Z_0$ となる。電子なだれはその進行につれて、(i) 電子の熱運動的拡散作用、(ii) 電子の静電的反発作用によって横広がりが増すわけであるが、本実験のような相当大きい過電圧印加の条件のもとでは Fletcher 流に考えて、電子なだれの進行の初期では (i) による横広がりを、次いで空間電荷電界がある値に達してからは (ii) による横広がりをとり入れることにする。

(i) 管内に蒸留水を充てんすることによって、拡散作用による電子なだれの横広がりがいかなる影響を受けるかを考える。第 4 図のように x を電子なだれの進行方向とし x を管面に直角にとり、管外方に向うものを正とし、 y を x および z に直角になるように座標を選ぶ。ガラス管が空心のときに任意の点 z における電子なだれの x および y 方向の拡散速度 v_{Dx} 、 v_{Dy} は次式で示される。

$$\left. \begin{aligned} v_{Dx} &= -\frac{1}{n_-} D_- \frac{\partial n_-}{\partial x} \\ v_{Dy} &= -\frac{1}{n_-} D_- \frac{\partial n_-}{\partial y} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (3)$$

ただし、 n_- : z 点の電子の体積密度、 D_- : 電子の拡散係数

次に管内に蒸留水を充てんすると、その誘電率が空気にくらべて大きいために電子なだれ中の電子群は (1) 式で示される力 F_x を x の負の方向、すなわち管表面の方向に受けて加速される結果、電子群はこの方向にある速度 v_x を得ることになり、管が空心の場合 n_- であった電子の体積密度が、蒸留水を充てんしたために、 x 方向の拡散速度は v_{Dx} から v_{Dx}' に減小する結果、 n_-' に増加する。これらの関係は次式で示しうる。

$$\left. \begin{aligned} v_{Dx}' \cdot n_-' &= -D_- \frac{\partial n_-'}{\partial x} \\ v_{Dx} &> v_{Dx}' \\ n_-' &> n_- \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (4)$$

v_{Dx}' : 蒸留水充てん時の x 方向拡散速度、 n_-' : 蒸留水充てん時の電子の体積密度

すなわち電子なだれの拡散による横広がり、 x 方向で抑圧を受けて空心のときよりも電子の体積密度は大きくなる。なお y 方向の拡散速度も蒸留水充てんによって (3) 式とは異なってくるが、その変化は x 方向にくらべて小さいから無視した。

(ii) 電子なだれの後期では拡散による横広がりの速度は、静電反発作用によるものより小さくなるから、この期間においては反発作用だけを考える。(この見目の時期として Fletcher 氏は、平等電界の気中放電の場合には電子なだれのラジアル方向の拡散速度 v_D が静電反発作用による同方向の広がり速度 v_r に等しくなったときとしている) ガラス管が空心のときの任意の点 z における静電反発による電子群の各方向速度 v_{rx} 、 v_{ry} は次式で示される。

$$\left. \begin{aligned} v_{rx} &= K_- (E_{x-} + E_x) \\ v_{ry} &= K_- (E_{y-} + E_y) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (5)$$

K_- : 電子の移電能度、 E_{x-} : 電子群の x 方向の空間電荷電界、 E_{y-} : 電子群の y 方向の空間電荷電界、 E_x : x 方向の印加電界、 E_y : y 方向の印加電界

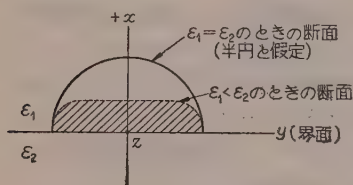
この期間では空間電荷電界が相当大きいから、電子エネルギーも気体分子にくらべて高くなる結果、(5) 式はさらに次のように考えてよい。

$$\left. \begin{aligned} v_{rx} &\propto (E_{x-} + E_x)^{1/2} \\ v_{ry} &\propto (E_{y-} + E_y)^{1/2} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (6)$$

ガラス管に蒸留水を充てんすると、電子なだれ中の電子群は (1) 式の F_x によって x の負の方向に v_x なる速度を得ることになり、この速度と蒸留水充てん時の空間電荷電界に対応する (6) 式を速度を合わせ考えると、結局蒸留水を充てんしたときの静電反発による x 方向の速度 v_{rx}' は、空心時の速度 v_{rx} より小さくなる。 y 方向速度も (6) 式とは異なる値になるが、その差は x 方向速度にくらべて無視した。すなわち静電反発による電子なだれの横広がりも、 x 方向で押えられた形になり、空心時より電子の体積密度は増大する。

以上 (i)、(ii) の結果を模型的に示すと、第 5 図のようになり、電子なだれの横広がりが拡散あるいは静

電反発のいずれによるにせよ管内に蒸留水を充てんすることによって、電子なだれの電子の体積密度が大きくなり、したがってこれに対応する正イオン体積密度も空心のときにくらべて増加して、電子なだれがストリーマに転移するに必要な電子なだれ頭部の正イオン密度 ($n_+ = 7 \times 10^{11}$ 個/cm³ くらい) に比較的低い電圧で到達し、沿面フラッシュオーバーにいたるわけである。

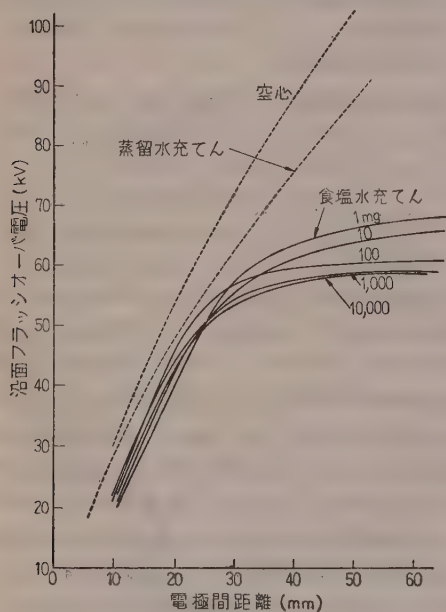


第5図 模式的に示した
電子なだれの断面

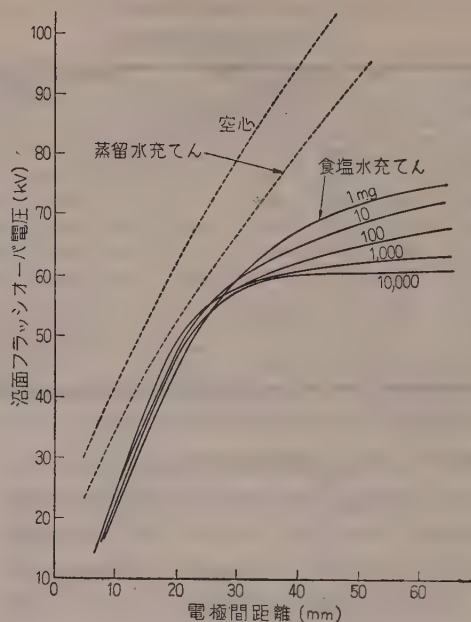
以上は、ガラスの厚さを無視して考えたが、これを考慮した場合もほぼ同様に類推できる。

なお第3図に参考までにガラス管中に誘電率約3なる変圧器油を充てんしたときの沿面フラッシュオーバー特性を示した。フラッシュオーバー電圧は空心の場合より低下するが、蒸留水を充てんしたときよりは高い。変圧器油には遊離イオンがきわめて少なく、前にも述べたとおり元来蒸留水の遊離イオンもきわめて微量であるから、フラッシュオーバー電圧の低下に差ができる原因は、イオンの多少よりも主として誘電率の相違に帰せられなければならない。

(3・2) ガラス管内に食塩溶液を充てんしたときの沿面フラッシュオーバー特性 食塩を蒸留水に溶解して



第6図 食塩水を充てんした場合の沿面
フラッシュオーバー電圧特性 (正極性)



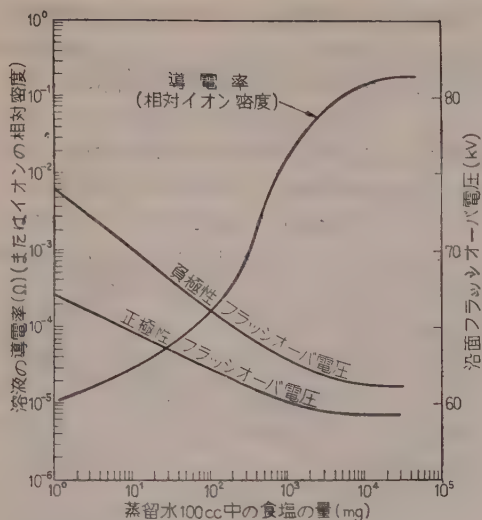
第7図 食塩水を充てんした場合の沿面
フラッシュオーバー電圧特性 (負極性)

その濃度を変えたフラッシュオーバー電圧と距離との関係を第6図と第7図に示し、また電極ギャップを一定に保った場合のフラッシュオーバー電圧と食塩濃度との関係を第8図に掲げた。実験時の相対湿度、温度、気圧などは前のときとほぼ同じである。フラッシュオーバー時の火花の形状は、直線的ではなくて第9図のスケッチのように管の円周方向へも延び、また短ギャップのときには表面から跳躍する現象が見られたが、ギャップを増すと火花は表面に密着した。電極および管表面の損傷はほとんどなかったが、長ギャップの場合に正極性電極近くのガラス表面に、熱によるものと思われる小さいきずができることがあった。

(a) 沿面フラッシュオーバー電圧の低下について

第6図、第7図からみて食塩溶液を充てんすると、そのフラッシュオーバー電圧は空心はもちろん、蒸留水のときよりもさらに大きな低下を示すし、また第8図のように食塩濃度によって低下の度合が異なる。

初めに食塩溶液を通じての漏れを調べる。ガラス管の外径 2.5 cm、内径 2.25 cm、ガラスの表面固有抵抗の値を $10^9 \Omega/\text{cm}^2$ として管 1 cm あたりの表面抵抗を求めると、 $1.3 \times 10^8 \Omega$ となる。次に電極の幅を 2 cm、ガラスの体積固有抵抗を $10^{14} \Omega/\text{cm}$ にとり、仮に管内溶液を完全導体とみなしても管 1 cm あたりの体積抵抗は $1.7 \times 10^{12} \Omega$ となり、表面抵抗に対して充分大きな値となるから、溶液を通しての漏れは無視できる。



第 8 図 食塩水の濃度と導電率および
フラッシュオーバー電圧との関係

次に食塩のような強電解質のものを蒸留水に溶解したとき、その水溶液の誘電率が蒸留水のそれと如何に変化するかについては Fürth,⁽⁵⁾ Drake,⁽⁶⁾ Hasted⁽⁷⁾ 氏

らの実験があり、かつその結果もそれぞれ異なっているが、いずれにしても誘電率の変化は大してないとみられるので、この影響は考慮しなかった。

食塩溶液の性質として溶解する食塩の量を増すと濃度を増すが、重量比約 35% で飽和に達する。そして溶解した食塩は濃度によって

第 9 図 食塩水を充てんしたときのフラッシュオーバー火花の形状

異なるが、大部分が Na^+ , Cl^- イオンに自然解離する。

食 塩 の 解 離 度

濃 度 (g 当量/l)	0.001	0.01	0.1	1
解離度 (%)	99.4	93.5	84.4	68.2

すなわち溶液中にはイオンのほかに若干の食塩分子を含み、これらの分子はイオン結合をしているが、これによる影響はないものとした。また衝撃電圧を印加したときに溶液内の電界はあまり大きくないから、これらの分子が解離して新しいイオンが生じることもない。

そこで次に濃度を $1\text{ mg} \sim 10^5\text{ mg}/100\text{ cm}^3$ の範囲でかえて導電率を測定して第 8 図に併記した。(もっと

も食塩は約 $3.5 \times 10^4\text{ mg}$ で飽和するから、これ以上では濃度は一定になる) 電解質の導電率は強電界の場合には Wien 効果によってオームの法則からずれるが、本実験では溶液にかかる電界は低いから、前述のように新しい解離イオンの増加もないとみなされるので、測定はブリッジで行った。第 8 図には電極ギャップを 5.5 cm にしたときの各濃度におけるフラッシュオーバー電圧の値も示してある。食塩濃度に対するこれらフラッシュオーバー電圧および導電率の特性をみると、両者は大体において相反関係にあり、かつ飽和の始まる点 ($10^3\text{ mg}/100\text{ cm}^3$ ぐらいの濃度)、飽和に達する点 ($2 \times 10^4\text{ mg}/100\text{ cm}^3$ ぐらいの濃度) もほぼ一致している。このことからして食塩溶液によるフラッシュオーバー電圧の低下は、溶液の導電率にほぼ相応してガラス管外周の主として電極近くの電界が強められる点にあると考えられる。これをさらに具体的に検討してみるに、食塩濃度の大きい範囲では多少ずれるが、導電率と溶液のイオン密度とはほぼ比例するから、第 8 図のブリッジで測定した各濃度における導電率は、そのままイオンの相対密度を示すとみなされ、このような密度でイオンは溶液中に均一分布しているわけである。

Na^+ および Cl^- イオンの移動度は、それぞれ 4.5×10^{-4} , $6.8 \times 10^{-4}\text{ cm}^2/\text{Vs}$ ぐらいであって、これに対して管外大気中の電子の移動度は、 30 kV/cm 程度の電界で $1.7 \times 10^3\text{ cm}^2/\text{Vs}$ ぐらい (陽イオンの値は同状態で $1.8\text{ cm}^2/\text{Vs}$ ぐらい) ではるかに大きい値をもっている。また沿面フラッシュオーバーが発生すると、衝撃電圧波はその点でさい断されるがオシログラムで調べると、いずれの場合も約 $1\text{ }\mu\text{s}$ でフラッシュオーバーしていることがわかった。いま電極間に衝撃電圧を印加して沿面フラッシュオーバーしたときを考えると、上記のような移動度の大きな相違、しかもガラス管外周の電極近傍の電界にくらべて溶液内の電界が非常に小さいこと、および電圧印加時間が $1\text{ }\mu\text{s}$ 程度であることなどからして、管外気中の電子ないしは電子なだれはもちろん、陽イオンの動きに対しても溶液内のイオンの動きは無視できる程度であるから、衝撃電圧印加からフラッシュオーバーの過程で、溶液内に均一密度で分布しているイオンの状態は乱されないとみられる。したがって溶液の導電率の増加に対応してフラッシュオーバー電圧が低下する現象は、濃度の増加によって第 8 図のようにイオン密度が大きくなり、これにより主として管外周の電極近傍の電界が変わり強化されるためと解釈できる。

(b) フラッシュオーバー電圧の飽和特性について
管内に食塩溶液を充てんすると著しくフラッシュオー

バ電圧が低下することは前述のとおりであるが、さらにその形は第6図および第7図のように電極ギャップの小さい範囲では、直線状にフラッシュオーバー電圧が上昇するが、正極性電圧で約 2.5 cm, 負極性電圧で約 2 cm 以上になると、飽和現象が現われ始め、これは(3・1)節(b)において空心ガラス管について吟味した電子なだれが、ギャップを横切る限界距離に一致していることは興味深い。すなわちこの限界距離以下の短ギャップでは $l=Z_0$ で、電子なだれはギャップを横切ってストリーマに転移するから、両電極の間に相当の長さを占める比較的弱い電界の部分もストリーマの形成に寄与する。したがって、この範囲ではフラッシュオーバー電圧はほぼギャップの距離に比例して上昇し、特性は直線状となる。ギャップが限界距離以上になると $l>Z_0$ となって、電子なだれは負極性電極の近くにおいて、ないしはこれに続く中間の弱い電界中でストリーマに転移するから、ギャップを横切る必要がない。それゆえにこの範囲のギャップでは距離を増しても、その割合にはフラッシュオーバー電圧は上昇しないで、いわゆる飽和特性を表わすことになる。

元来不平等電界になる電極の配置では、単なる気中フラッシュオーバーでも多少飽和特性を示すが、沿面フラッシュオーバーでは、第6図、第7図のとおり飽和の度合は空心、蒸留水充てんの順にやや増加している。これらにくらべて食塩溶液を充てんした場合に、限界距離以上で大きく飽和するのは、前に述べたように管内溶液中の主として負性電極近くのイオンおよびこれに続く中間の管内壁近傍のイオンの作用も若干加って、空心や蒸留水充てんのときよりも短い距離において、ストリーマの転移が行われるためと思われる。

4. 結 言

沿面フラッシュオーバー機構を調べる基礎的実験として、ガラス管を用いてその外周に二つの電極を配置し、(背後電極はない)管の内部が空気、変圧器油、蒸留水および食塩溶液の場合について、外部電極間の沿面フラッシュオーバー電圧の特性を求めた。印加電圧は $(1 \times 40) \mu\text{s}$ の衝撃電圧である。フラッシュオーバー電圧は内部が空気のときにくらべて油、蒸留水、食塩溶液の順に低下の度合が大きい。油および蒸留水に関しては、ともに遊離イオンはきわめて微量に存在するだけであるから、これらを充てんすることによるフラッ

オーバー電圧低下の原因を、主としてそれらの誘電率の相違の点から定性的に考えてみた。すなわち管外周表面近くの気中を電子なだれが進行する過程において、フラッシュオーバー媒質との誘電率の相違によってなだれ中の電子は、管のラジアル方向の広がりが増えられ、電子の体積密度が空心の場合より増加し、フラッシュオーバー電圧は低下することになり、しかも内部媒質の誘電率の大きいほど低下の度合は増す。次に食塩溶液を充てんすると、さらに一段と顕著なフラッシュオーバー電圧の低下がみられ、かつその特性は大きな飽和を示す。この原因を調べるために電極間の距離を一定に保ち、種々の溶液濃度に対する濃度-フラッシュオーバー電圧特性と濃度-導電率特性を測定し、これら両特性が相反関係にあることからして、導電率の増加によって管外周電極近くの電界が強められ、フラッシュオーバー電圧が低下することがわかった。これを具体的に述べると、溶液の導電率は、ほぼイオン密度に比例するが、これらイオンの移動度は管外気中の電子のそれにくらべて非常に小さく、かつ溶液内の電界も外部の電界よりずっと弱いから、衝撃電圧を印加してフラッシュオーバーにいたる約 $1 \mu\text{s}$ 中における液溶中のイオンの動きは、外部の気中電子に対して無視できる程度で、溶液中のイオン分布は乱されないとみなされる。したがって導電率を増すと、フラッシュオーバー電圧が低下するのは、イオン密度が大きくなって、主として電極近くの溶液中のイオンの量が増えて、その結果外部電極近傍の電界が変わり強化されるためとみられる。また食塩溶液のフラッシュオーバー電圧特性の飽和は、電子なだれが電極ギャップを横切る限界距離付近から始まるが、これについても簡単に説明を加えた。

終りにのぞみ本実験について終始ご懇篤なるご助言を賜った日本大学工学部稲田教授および実験に協力していただいた草野正弘、佐藤昭の両君に対し深く感謝の意を表します。(昭和34年8月3日受付、同35年3月19日再受付)

文 献

- (1) 長田・池尻：昭和31 達大 78
- (2) 長田・池尻：福井大学工学部研究報告(昭32)
- (3) 長田：昭和32 北陸支部達大 13-5
- (4) J. M. Meek & J. D. Craggs: Electrical Breakdown of Gases, p. 273
- (5) R. Furth: Phys. Z. **25**, 676 (1924)
- (6) F. H. Drake: Phys. Rev. **35**, 613 (1930)
- (7) J. B. Hasted: J. Chem. Phys. **16**, 1 (1948)

UDC 620.179.16: 621.317.341.3.018.756

短い超音波パルスの送受方法と探傷器への応用*

資料・論文

35-59

正員 加藤金正† 正員 角所 収†† 村上 林†††

1. 緒 言

超音波探傷器が発明されてから、コンクリートや電極用炭素棒などのような材料の非破壊検査への適用が試みられてきたが、透過法によって材料の音速あるいは超音波の相対的な減衰値を測って材料の良否を判定する域にとどまっており、⁽¹⁾⁽²⁾ いわゆる反射法による探傷、音速または厚さ測定などにはまだ成功していない。このような材料へ超音波探傷器を適用することの困難な理由は、これらの材料は超音波伝搬に対して非常に高い減衰を示すからである。一般に超音波伝搬に対する減衰は周波数とともに増大するから、⁽³⁾ これらの材料に探傷器を有効に適用するには、低い周波数の超音波を用いなければならない。したがって超音波パルスの幅は長くなる。通常用いられている超音波探傷器では、 10^6 c/s 程度の超音波が用いられているから、その波長は短く、したがってパルスの長さも短い。したがって特に超音波パルスを短くしなければならない切実な理由はないが、低い周波数を用いなければならない探傷器では、パルスを短くすることは探傷を可能にする最要点である。

筆者らはコンクリート、炭素棒あるいはレンガなどに探傷器の適用を可能にするために、きわめて短い超音波パルスの送受方法について研究し、探傷器へ適用して満足すべき結果を得たので、ここに報告する。

2. 短い超音波パルスの送受方法

一般に、振動子の動作は共振周波数付近では、質量 m 、スティフネス s および機械抵抗 r よりなる第 1 図に示すような機械系によって近似される。このような系に $t=0$ の瞬間に F なる大きさの単位関数の力が作用すれば、質量 m は次式に示すように減衰振動を始める。

$$v = \frac{F}{\omega m} e^{-\frac{r}{2m}t} \sin \omega t \dots\dots\dots (1)$$

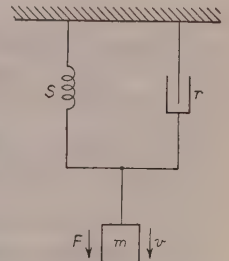
$$\omega = 2\pi f = \sqrt{\frac{s}{m} - \frac{r^2}{4m^2}}$$

ここに v : 質量 m の振動速度

作用時間の非常に短いインパルスが作用しても、同様に質量 m の運動は減衰振動となり、長く尾を引くことになる。

従来短い超音波パルスの発生方法として、次の 2 方法が報告されている。

一つは振動子の背面に超音波の吸音材料を負荷して、振動子に適当なダンピングを与えて、これを非共振性とする方法である。⁽⁴⁾



第 1 図 等価機械系

ダンピング材料の長さは少なくとも数波長程度必要とするから、波長の短い高い周波数の超音波の場合に有効であっても、低い超音波の場合はダンピング材料はあまりにも長くなり実際のでなくなる。

他の方法は台形波、または二つの連続したインパルスの力を作用する方法である。^{(5)~(7)} もし振動子に損失がないとすれば、 $t=0$ で F なる大きさの単位関数の力が作用すれば、質量 m の運動は (1) 式より

$$v = \frac{F}{\omega m} \sin \omega t$$

となり、無限に続く振動となるが、これに $t=n\tau$ ($\tau=2\pi/\omega$, $n=1, 2, 3, \dots$) なる時刻に $-F$ なる力を作用すれば、 $t=n\tau$ 以後の運動は制止されるから、運動は $n\tau$ 時間だけ継続して完全に止ってしまう。すなわち $t=0$ から $t=n\tau$ の間作用する方形波の力を作用すれば、質量 m の振動は力の作用時間内だけに限られることになる。実際には振動系に損失があるから、後から作用する $-F$ の大きさを少し小さくしなければならないから、作用する力は方形波でなく、台形波になる。このことは二つのインパルスの力を作用させても得られる。第 2 の方法はきわめて巧妙な方法であるが、第 1 図に示されるように、単一共振系で簡単に表わされる単純な振動子を得ることに困難がある。

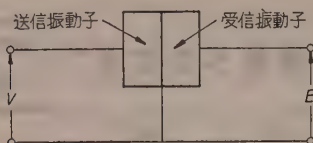
以上二つの方法はいずれも振動子を共振周波数で動作させるのであるが、筆者らは振動子をその共振周波

* A Method of Projection and Reception of Short Pulses of Ultrasonic Waves and its Applications for Ultrasonic Flaw Detector. By K. KATO, Member, O. KAKUSHO, Member & H. MURAKAMI Non-member (Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University.).

† 大阪大学産業科学研究所教授、電子機器担当

†† 大阪大学産業科学研究所助手

††† 大阪大学産業科学研究所教員



第2図 送受振動子が直接接触した超音波送受系

数以下で動作させる方法をとった。

さて簡単のために第2図に示すように、送信用の振動子と受信用の振動子とが直接接触して、超音波の送受を行っている場合、この送受系の周波数特性を考えよう。

力、振動速度、電流および電圧をそれぞれ F , v , I および V とすれば、圧電振動子の基本式は次式で与えられる。⁽⁸⁾

$$F = -AV + (z + z_1)v \dots\dots\dots (2)$$

$$I = (Y + j\omega C)V + Av \dots\dots\dots (3)$$

ここに z : 振動子の負荷機械インピーダンス, z_1 : 振動子の放射面より振動子内方を見た機械インピーダンス, Y : 振動子より見た電気回路のアドミタンス, C : 圧電振動子の静電容量

また A は力係数で次式で示される。

$$A = -\frac{se}{l} \cdot \frac{z_2 + z_0 \tanh \theta/2}{z_0 + z_2 \tanh \theta} \tanh \theta \dots\dots (4)$$

ここに s : 振動子の放射面積, e : 圧電定数, l : 振動子の厚さ, θ : 振動子の伝搬定数 (無損失を仮定して $=jkl$), $k=\omega/c$, c : 振動子内の音速, z_2 : 振動子背面の負荷機械インピーダンス, z_0 : 振動子の特性インピーダンスである。

振動子が送信用として動作している場合は、外力 $F=0$ であるから、入力電圧 V に対する振動子端面の速度 v は

$$v = \frac{AV}{z + z_1} \dots\dots\dots (5)$$

で与えられる。

次に振動子が受信用として動作している場合は、振動子が外力によって v なる速度で駆動されているから、出力電圧は (3) 式から $I=0$ として、次のようになる。出力電圧を入力電圧と区別するために V の代わりに E と記す。

$$E = -\frac{Av}{Y + j\omega C} \dots\dots\dots (6)$$

(5) 式および (6) 式より

$$E = -\frac{A^2}{(Y + j\omega C)(z + z_1)} V \dots\dots\dots (7)$$

(7) 式は第2図に示す系における入力電圧対出力電圧の関係を与える式である。機械インピーダンス z は送信振動子の負荷インピーダンスであるから、受信振動子の端面から見た受信振動子のインピーダンスである。いま送、受ともに同一構造の振動子であるとする。すなわち $z=z_1$, さらに振動子の背面は自由であるとすれば, $z_2=0$, したがって z は次式で示される。

$$z = z_0 \tanh \theta$$

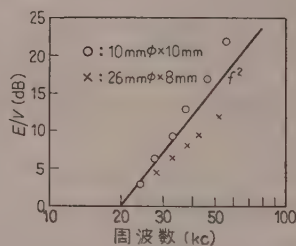
さて振動子は、いずれもその共振周波数よりずっと低い周波数で動作するものとすれば, $kl \ll 1$ であるから $\tanh \theta \approx jkl$ である。

これを (4) 式に入れると, $A \propto f^2$ を得る。ここに f は周波数である。

受信回路の入力インピーダンスが非常に大きいと仮定して、すなわち $|Y| \ll |j\omega C|$ とすれば、(7) 式から次の結果が得られる。

$$E/V \propto f^2 \dots\dots\dots (8)$$

(8) 式は第2図に示す系の周波数特性を示すもので、その周波数特性は周波数の2乗に比例することを示す。第3図はこのことを確認するための実験結果で、入力電圧対出力電圧の比は周波数のほぼ2乗に比例することを示している。図の横軸は周波数、縦軸は E/V の値をデシベルで



第3図 第2図に示す送受系の周波数特性

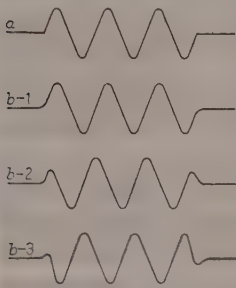
示してある。○印は直径、長さともに 10 mm のチタン酸バリウム振動子を用いた実験結果であり、×印は 26 mmφ×8 mm の振動子による結果である。

この系に f^{-2} 特性の回路をそう入して、周波数に無関係な系とすれば、この系では過渡現象は起らないから、入力波形はそのままの形で出力端に現われる。⁽⁹⁾ しかしこのような補償回路を入れると、系の利得を著しく損ずるから実用的ではない。

f^2 特性の系では波形がいかに変形されるかを考えてみよう。

周波数特性が f に比例する回路は微分回路として知られているものであるから、 f^2 特性の回路は微分回路の2段連続回路と考えてよい。したがって f^2 特性の系をとれば、入力時間は時間について2回微分されて

出力側に現われることになる。いま入力波形を第4図 a のような $t=0$ から出発する正弦波形であるとする、 $t=0$ では不連続となって2回微分は不可能であるが、実際電気回路によって作られるパルスの波形は



b-1: 入力波形, b-2: 微分波形
b-3: 2回微分波形

第4図 パルス波形の変形

その初めの部分および終りの部分は高調波成分が抑制されて、第4図 b-1 のように丸味をおびるのが普通である。したがって、その1回微分および2回微分波形はそれぞれほぼ第4図 b-2, b-3 のようになる。すなわち原波形は、その初めの部分と終りの部分で変形をうけるが、波の時間幅には変化をうけないことがわかる。以上のことから振動子を共振周波数よりかなり低い周波数で動作させるようにした超音波の送受系では、入力電気パルスの時間幅をかえずに出力電気パルスを取り出すことができることが理解される。実際には、振動子の共振周波数における周波数特性のピークを押えなければならないから、 f^2 特性は共振周波数以下の限られた周波数範囲内だけで成立する。このために以上の議論はそのまま適用できないわけであるが、後に実験事実が示すように、このような系でもパルスの送受はほぼ予期のように行われている。また入力パルスの波形は純粋な正弦波でないのが普通であるから、その2回微分波形は高調波に富んだかなりきたない波形となる。しかし幸なことに、検査される材料が一般に高調波に対して高い減衰を示すために、材料をとった受信波形は第8図に示すように割合いにきれいな波形となる。

3. 探傷器への応用

(3.1) 実験装置

(a) 回路構成 本実験に用いた装置の構成図を第5図に示す。普通の二探触子法の超音波探傷器と同様の構成であるが、本装置では超音波周波数を20～

60 kc 範囲で可変にし、また超音波パルス幅を自由に変えうるように、Ringing 回路制御用の負の方形波の幅を20～200 μ s の間変えうようにしてある。したがって送信器の出力端子では周波数によっては1/2サイクルのきわめて短い電気パルスが得られるようになっている。その出力電圧は後述の探触子(探触子の静電容量は約0.02 μ F)を負荷して、最高100 Vである。受信器には、前述のように探触子の共振周波数による周波数特性のピークを押えるために、 m -誘導形低域フィルタ2段(最大減衰周波数を振動子の共振周波数に一致するように作る)入れてある。増幅器の利得は約80 dBである。

(b) 探触子(送波器および受波器) 以上に述べた短い超音波パルスの送受においては、送受振動子とその共振周波数よりかなり低い周波数で動作させるのであるが、円形の振動子には厚み方向の共振と径方向の共振とがあり、それらの周波数は次式で与えられる。⁽¹⁰⁾

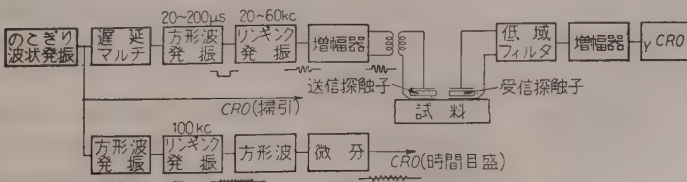
$$f_t = \frac{1}{2t} \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

$$f_r \approx \frac{0.3}{r} \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

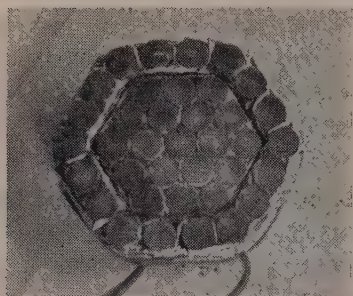
f_t, f_r : それぞれ厚み共振周波数, 径方向の共振周波数, E, ρ : それぞれ振動子のヤング率および密度, t, r : 円板の厚さおよび半径

本文の短い超音波パルスの送受においては、振動子を f_t および f_r のいずれよりもかなり低い周波数で動作させなければならないから、指向性を充分鋭くするように振動子の径 r を充分大きくすることはできない。しかるに探傷器としてはかなり鋭い指向性を必要とする。このような相反する要求を次のようにして満足させることができる。すなわち動作周波数より高い共振周波数を持つ小振動子を多数個、その極性をそろえて平面上に配列して放射面を増大して指向性を鋭くする。第6図は実験に用いた送波器および受波器の写真で、それぞれ18個および19個の小振動子からできている。振動子は26 mm ϕ \times 8 mm のチタン酸バリウム振動子で、その径方向の共振周波数は約110 kc、厚み共振周波数は約300 kcである。図で外側の18

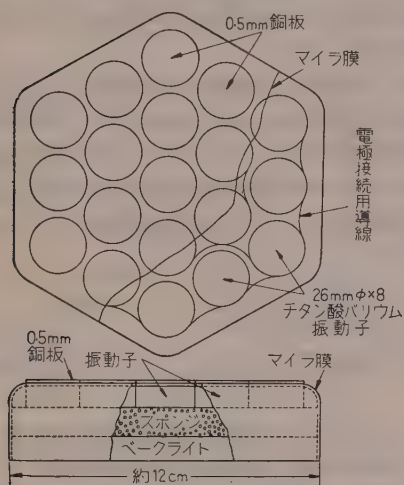
個の小振動子は送波用とし、内側の小振動子は受波用として用いる。実用上の見地から、被検査材料の探傷面に多小でこぼこがあっても送受波面が探傷面によくなじむように、小振動子の裏側にはスポンジゴムのような柔かい材料を



第5図 実験装置の構成配線図



第 6 図 探触子の写真

第 7 図 探触子構造略図
(第 6 図の内側の部分)

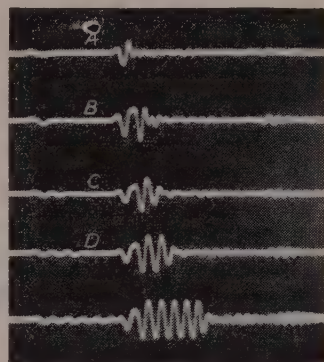
クッションに用いてある。第 7 図は送受波器の概略の構造を示す図で振動子をスポンジゴム板上に配列してはりつける。このままでは使用中試料との接触媒体(変圧器油を使用)のためゴムが劣化し、また振動子が脱落するおそれがあるので、振動子を薄いマイラで包む。マイラの裏面にはアルミニウムをスパッタした導電性のものを用い、送、受間の静電しゃへの役割をもたせる。マイラが直接コンクリートのような粗雑な面に接触させると破れやすいから、これを防ぐため振動子と等しい径の銅板(約 0.5 mm 厚)をはりつけてある。第 6 図の写真に小さい丸が並んで見えるのはこの銅板である。

(3・2) 実験結果

(a) コンクリート壁を通しての受信波形 初めに 60 cm 厚さのコンクリート壁の片側に送波器をおき、反対側に受波器をおいて超音波パルスの送受を行った場合の受信波形を第 8 図に示す。図で A, B, C などはそれぞれ送波器入力波形が 1/2, 1 および 2 サイクルのパルスの場合のブラウン管像で、図中左側の小振

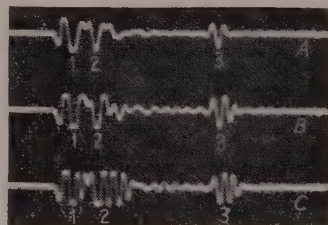
幅の波は入力波で(電氣的誘導により受信されたもの)中央の大振幅の波はコンクリート壁を通して受信された波形である。

そのほか右方に見える小振幅の波は散乱波あるいは試料中を 1 往復半して遅れて到達した波である。図に見るように、きわめて短いパルスの送受がかなりよく行われていることがわかる。



第 8 図 60 cm のコンクリート壁をとおして受けたパルスの波形

(b) コンクリート壁の底面からの反射 厚さ 60 cm のコンクリート壁の片面に送波器および受波器をおき、底面からの反射波を受信したのが第 9 図である。図中の A, B, C は前に示したように、入力波形が 1/2, 1, 2 サイクルの場合である。また図中 1, 2 および 3 と示した波はそれぞれ表面波、表面近くの不



第 9 図 60 cm コンクリート底面からの反射波

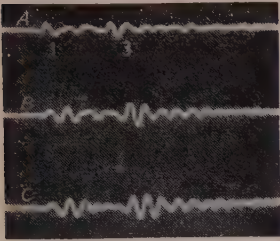
均一性による散乱波および底面からの反射波である。送受波器の項で述べたように、送受波器間の静電誘導を防ぐために静電しゃへいを施してあるから、普通の探傷器の探傷図形に見るような入力波は、この場合現われない。さて図に見るように底面からの反射波 3 がきわめて明りように受信されていることがわかる。普通コンクリートでは表面波が非常に優勢に現われるので、超音波パルスが特に短くなければ底面からの反射波は表面波におおわれてしまうので、底面からの反射波を区別することができなくなってしまう。一般の共振形の振動子を用いたのでは到底底面からの反射波を見ることができないのである。

(c) コンクリート舗装道路の厚さ測定 舗装道路の底はかなりでこぼこしているのであるが、このようないでこぼこ面によっても反射波が得られるか否かを試験するために、第 10 図に示すような厚さ 25 cm の

道路の模型を作った。図は模型を横から見た写真で、上が表面で下がでこぼこのある底面である。第 11 図は実験結果を示すブラウン管像である。図中の A, B, C は前述のとおりで数字 1 は表面波および散乱波で、



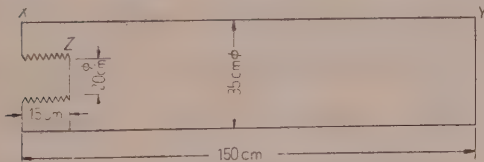
図の上が舗装面，下が底面
第 10 図 模型道路の写真



第 11 図 模型道路の底面からの反射波

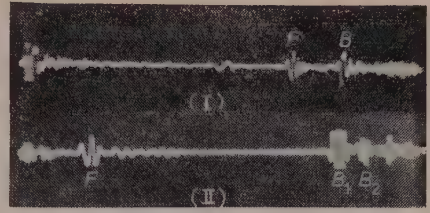
う。実際の道路において本実験を行い、模型道路に比べるとほぼ同様の結果を得ている。

(d) 炭素電極棒の探傷 以上に述べた方法が、電気炉用の炭素電極棒の非破壊検査法として有効か否かを試験した。この実験に用いた電極棒の寸法、形状は第 12 図に示す。傷が探傷面から遠いほど探傷が困難であるから、探傷能力の限界を知るために、両端面より最遠の点、すなわち棒の中央部に人工傷を作り、探傷可能な傷の大きさを実験的に求めた。その結果孔



第 12 図 炭素棒縦断面図

の場合は直径 3.5 cm、深さ 20 cm 程度であれば、また、のこぎりで棒に切り傷をつけた場合は、深さ約 3 cm 程度であれば、容易にこれらの傷を検知することができることがわかった。この実験中またまたある試料に自然傷のあることが探傷によって知ることができた。第 13 図がそのブラウン管像である。図中 (I) は第 12 図において X と記せる端面より探傷した像で、(II)



F: 傷からの反射波, B: 底面からの反射波

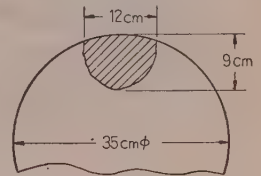
第 13 図 炭素棒の探傷図形

は Y と記した端面から探傷した像である。図中 F は傷からの反射波で、B は端面 Y からの反射波である。また B₁, B₂ はそれぞれ端面 Z および端面 X からの反射である。ブラウン管上での距離測定の結果、傷の位置は X 端面から約 120 cm で、Y 端面から約 30 cm であることを知り、

傷の部分を取り、傷を確認したのが第 14 図の写真である。この写真から傷は棒の軸に垂直に広がった平面状の傷で、大体第 15 図に示す広がりのものであることがわかる。この傷は棒の表面に露出していたのであるが、表面をよくみて初めて見つかる程度のもので、もとのままでは到底見つけることは不可能であろう。



第 14 図
炭素棒にあった自然傷



第 15 図 傷の見取図
(斜線の部分)

4. 結 論

短い超音波パルスの送受方法を述べ、その探傷器および厚み測定への利用の可能性についての実験結果を述べた。以上に記した実験のほか空胴を持ったコンクリート試料、中に木の板を入れたコンクリート試料について、空胴および板の検知が可能かどうかをも実験した。実験室内では空胴も板も、その大きさが約 15×15 cm 以上で探傷面から 1 m 以内にあれば検知することができたが、一般にコンクリートは均一でないので散乱波を生じ、それが妨害となって目的物からの反射波を妨害し、目的物からの反射波を不明確なものにしてしまいがちである。実験室内では欠陥部の存在場所が知れているから、ブラウン管上において散乱波と目的物からの反射波とを容易に区別するが、一

般に現場においては恵まれた条件における場合以外は常に探傷に成功を期することは困難なように思う。

これに対して、あらかじめ大体厚さの知れている舗装道路の厚さを測定するとか、または逆にコンクリート中の音速の大略の値を知るのにはかなり有効に利用できるであろう。

電気炉用の炭素電極棒の探傷は前述のようにきわめて容易であるから、まだ炭素棒の非破壊検査法の確立していない現状にかんがみ、これがきわめて有力な非破壊検査法となりうるものと信ずる。炭素棒中の音の速度は $2,200 \sim 2,300 \text{ m}$ であるから、コンクリートの約 $4,000 \text{ m}$ にくらべてかなり遅い。コンクリート探傷用に作った前述の送受波器は炭素棒の探傷のためには約半分の大きさに縮められることができるから、直径 10 cm 以上の炭素棒の非破壊検査にこの方法を利用できるであろう。

以上のほかに耐火レンガ、木材などについても実験を行った。

レンガの場合は散乱波による妨害波はコンクリートの場合より著しく少ない。レンガの厚み測定、あるいは非破壊検査に適用の可能性は充分あると思う。

木材はその生長の方向には非常によく超音波をとおり、その方向の探傷は炭素棒よりも一層容易である。しかし径方向の超音波伝搬に対しては著しく減衰が大きく、径方向の探傷は不可能であった。ただし木材の実験はよく枯れたけやき材によったものである。

以上、低い超音波周波数を用いて、超音波による非破壊検査の適用範囲の拡張を図ったのであるが、従来このように低い周波数の超音波を探傷に利用した報告に接していない。したがってこの方面に関心のある方に参考となるところが多少ともあれば筆者らの望外の喜びとするところである。

稿を終るにあたり、本研究にご協力賜った阪大工学部奥島正一教授(構築)、回路設計試作に協力賜った松下電器通信機工場の永森茂郷氏、送受波器試作にご協力賜った村田製作所の河合次男氏、ならびに炭素棒試料を提供して下さった住友金属工業の佐藤輝頭氏の諸氏に厚く謝意を表す。なお本研究は一部文部省科学試験研究費の補助を受けて行ったものである。ここに付記して謝意を表す。

(昭和 35 年 1 月 8 日受付)

文 献

- (1) J. R. Leslie & W. J. Chiesman: J. of American Concrete Institute **21**, No. 1, 17 (1949)
- (2) 堀見・近藤: 炭素 **7**, No. 1 (昭 33)
- (3) P. W. Mason & H. J. McSkimin: J. Acoust. Soc. Amer. **19**, 466 (1947)
- (4) A. Lutsh: J. Acoust. Soc. Amer. **30**, 544 (1958)
- (5) J. Koppelman, R. Frielinghaus & Fr. J. Meyer: Acustica **8**, 181 (1958)
- (6) Ju. L. Gazarian: Soviet Physics (Acoustics) (ソビエト科学アカデミー、音響学雑誌の翻訳) **4**, 31 (1958)
- (7) 加藤・服部: 音響学会講演論文集 **91** (昭 29-5)
- (8) 坂山: 電気音響機器の研究 (昭 23 年) 丸善
- (9) 加藤・安原: 音響学会講演論文集 **183** (昭 32-5)
- (10) 古賀: 電学誌 **50**, 1209 (昭 5)

製品
紹介

カ ッ パ ー プ ラ イ 線

住友電気工業株式会社

銅パライ線とは、鋼の強靱な機械特性と銅の優れた導電性とを兼ね備えた厚めつき法による複合金属線で、その機械特性・電気特性・耐食性の組合せによる優れた特性の故に、広く架空送電線・通信線・電子工業部門のエレクトロニクスパーツ等に適したものであります。

当社は昭和の初期より「ウェルド線」の商品名の下に、電線界に主要な役割をはたしてきた熔覆法による銅パライ線を製造・販売して参ったことは御存知のとおりですが、今回従来の輸入線材加工品である銅パライ線を国産品に切換えるために業界にさがかけて米国 Kenmore Foreign Corp. と技術提携を結び、最近著しく進歩した厚めつき技術による銅パライ線の製造を開始したものであります。

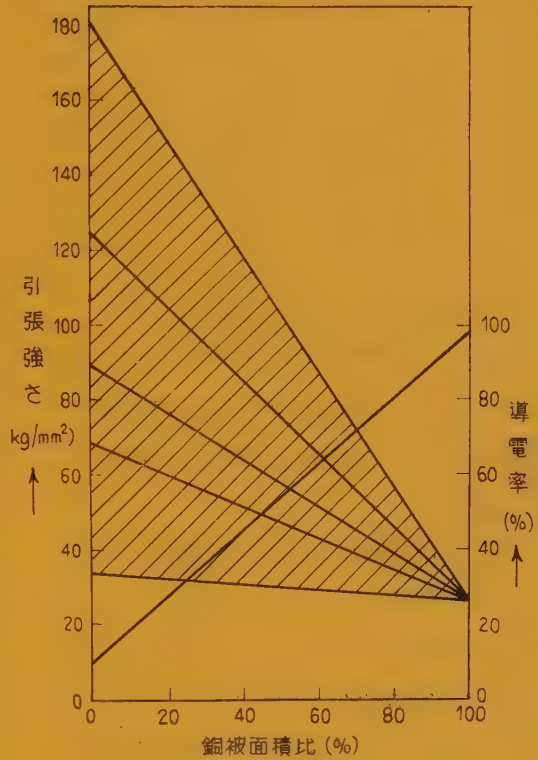
銅パライ線の特徴

(A) 材料よりの一貫製造工程であること

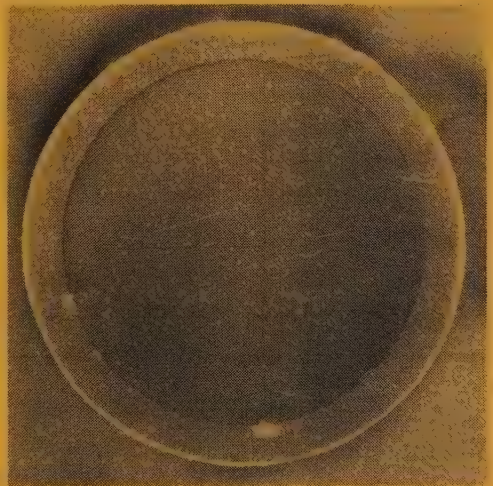
ウェルド線と異なり、当社の主要製品の一つであるピアノ線・硬鋼線・軟鋼線に用途に応じた熱処理を行ない、ケンモア法による電気銅めつきを施すもので、鋼材料よりの一貫した品質管理を行ない、当社独特の技術により、種々用途に応じた優れた製品を供給することができます。

(B) ケンモア法による銅めつき

従来複合金属線の製造方法には、(1) パイプ圧接法、(2) 熔覆法、(3) メッキ法の3種があることは周知のとおりで、最近著るしい進歩を遂げた光沢厚肉電気めつき技術による銅パライ線は、銅被の厚さ



第 1 図



第 2 図

第 1 表

主 用 途	名 称	最小導電率 (%)	引 張 強 さ (kg/mm ²)	比 重	直 径 (mm)
送 電 線 通 信 線	40 % 導電率強力 CP 線	39.21	80~110	8.20	4.3~1.0
	30 % 導電率特別強力 CP 線	29.41	110~130	8.15	
	20 % 導電率強力 CP 線	19.60	80~120	7.95	
電子回路リード線	40 % 導電率軟質 CP 線	39.21	30~60	8.20	3.2~0.16
	30 % 導電率軟質 CP 線	29.41	30~60	8.15	
	20 % 導電率軟質 CP 線	19.60	30~60	7.95	
防食および 装飾用針金	5 % 銅着強力 CP 線	約 17	70~100	7.90	3.2~0.16
	5 % 銅着軟質 CP 線	約 17	30~60	7.90	

が均一で鋼心に完全に固着しており、用途に応じて厚さを任意に調整することができ、種々の性能のものが製作できます。

第 1 図には銅被面積比と引張強さ、導電率との関係を、第 2 図には断面写真を掲げてあります。

(C) 優れた特性

ウエルド線同様銅被の厚さにより標準品種として第 1 表のものがあ、第 2 表に 30 % 導電率特強カップブライ線と硬銅線との比較表を示してあります。また平滑な高周波特性を有し、各種通信線として最も適しております。

第 2 表 硬銅線に対する特性比較

特 性 条 件	同一直径	同一引張荷重	同一電気抵抗
直 径	100 %	62 %	180 %
引 張 荷 重	260	100	870
電 気 抵 抗	330	870	100
長さ当り重量	92	36	310

(D) 広汎な用途

電力・通信・電子工業・その他部門別の用途は、下記のとおりであります。

(電 力) 架空送電線 (長径間多雪強風地用)・配電線・架空地線・メッセンジャーワイヤ・避雷針リード線・電柱支持線・海底ケーブル・レールボンド線・車輛用ジャンパ線・カーボンブラッシュリード線・ケーブル鍍装用線・農場通電柵用針金・避雷抵抗加熱用

(通 信) 架空電信電話線・ドロップワイヤ・鉄道信号線・鉄道通信線・レーダーアンテナ・ラジオ TV ワイヤ・Lashing ワイヤ・電柱支持線・メッセジャーワイヤ・同軸ケーブル中心導体

(電子工業) 管球封入用導線・エレクトロニックパーツ・コンデンサの脚・固定抵抗器の脚・真空管材料

(その他) 化学プラント用柵・鉄道用柵・河川堤防用柵・建物支鋼・宝石用鎖・クリスマスツリー装飾用・風呂場造作用・防錆針金・装飾用針金・金網・書類綴金

UDC 621.3(083.72):495.608

電 気 用 語 と 漢 字 制 限 に 関 連 し て

寄 書

35-1

正員 新 宮 行 太†

は し が き

電気学会内にはいろいろの委員会があるが、そのうちでも各種専門委員会は、それぞれの専門権威者をもって構成されているから、そこで調査研究のうえ審議決定されたものは、中正妥当で用意周到、よく時勢の要望にかなって斯界の進運に貢献し、気品高く内容豊かで中外の範となるものがはなはだ多い。しかるに電気用語標準特別委員会（以下用語委員会と略称する）は、上記多くの専門委員会とは性格、思想および時代感覚を異にするように見える節がある。昨年の初めからしばしば間接的にはあるが、専門に関する新造用語の訂正に関する私見を述べたことがあるが、そのつどの用語委員会の回答は、「その問題はすでに何回も議論しつくしたものである。いまさら同様な問題をむしかえされても、いちいちその相談に応ずるわけには行かない」というようなきまり文句であった。

もちろん用語委員会も多忙多端で、いちいちのむしかえし問題にかかわっておられない事情もよくわかるが、上記のように何回も突き離されると、その問題を学会雑誌に発表して、是非を世論に問うより方法がない。日ごろ考えていることの一端を披露して、ご批判、ご検討をお願いする次第である。

1. 術語は簡単でなければならぬ

術語そのものが、その内容の説明の文句よりも冗長な場合、それは術語としての資格がない。閃絡電圧の閃という字が「当用漢字でない」との理由で追放され、その代わりに「フラッシュオーバー」という電気用語が生まれてから、すでに1年以上にもなるであろう。JIS C 3801—1960 に従えば、「ガイシの閃絡電圧とはガイシ周囲の空気中を通じて、持続電弧を生じる電圧」とある。つまり「気中発弧電圧」というのがその内容の説明文句である。ガイシ以外にも「閃絡」という現象は起きるのであるが、その内容は上記の「気中発弧」とほとんど同様である。このような内容を簡単に表現するための電気用語が、「フラッシュオーバー」となるのであるから、日常これをひんぱんに使用するものは煩に堪えない。

このような冗長用語は、できるだけこれを避けていただきたいものである。あまりむずかしく考えず持続電弧を発生するという意味で、発弧または弧絡としてはいかがであろう。閃絡電圧のことを外国でも Flash-over voltage または Arc-over voltage というのであるから、弧絡とするほうがよいかもしれない。

2. 術語は誰よりも読者にわかりやすいことが必要である

「フラッシュオーバー」電圧が術語として不適当ないま一つの理由は、わかりにくいということである。英語を（そのままの発音で）仮名書きにしたつもりかも知れないが、そのつもりならいっそのこと原語のまま Flash-over とするか F.O. とすればまだしもである。

閃絡の閃は当用漢字でこそないが、そんなにむずかしい字ではない。「フラッシュオーバー」の造語者といえども、閃絡よりもわかりやすく親しみやすいと考えておられるわけでもあるまいに、それならばなぜ漢字制限の本旨——それは読者の精神的負担を軽減すること——にそむくようなことをなさるのであるのか。杓子定規にこだわって、文章平易化の大方針の根本精神を忘れられたのではあるまいか。

率直に言って電気学会雑誌の読者にとっては、和漢洋字交り文章がもっともわかりやすくして便利であろう。論文の執筆者はその読者層を考えて、もっとも適当と思われる表現を用いればよいわけであるから、漢字制限規則をその技葉末節に至るまで、きちようめに励行するのはいかがなものであろうか。

3. 漢字制限にも例外を認めて欲しい

すべて法律や規則など、ほとんど例外なしには成立しない。各種の標準規格専門委員会においても、各種の標準規格が制定される場合、「……を原則とする」というような表現が用いられることがしばしばある。原則は原則として厳然と立てるが、実際的には例外を認めて運用の妙を図ろうという趣旨に出るものである。漢字制限規則も、文章の平易化、学徒の負担軽減という理想を実現しようとすれば、ある程度例外を認めてもよいはず、それを忘れて規則の技葉末梢に拘泥すれば、前節で述べたような杓子定規の自家撞着に陥らざ

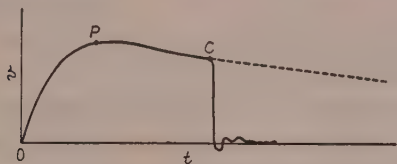
† 朝日碍子工業株式会社

るをえない。

半導体の論文を読んでいると正孔などという語がよく出てくる。孔は元来貫通孔または直径にくらべて深さの大きな孔の意をもっているが、当用漢字ではないというので普通は穴という字を代用している。正孔の孔を例外として認められるならば、閃絡の閃もまた認めていただきたいものである。

4. よい伝統は粗末にすまじきもの

ガイシと適当な球間隙とを並列に接続し、それに標準波形の衝撃電圧を加えると、その波形上の1点Cにおいて球間隙が閃絡を起し、その瞬間衝撃電圧は第1図に示すように急降下する。球間隙が閃絡を起さなければ、第1図の点線で示すように徐々に減衰すべきはずの標準波形の衝撃電圧が、C点においてその後半を切り取られた形となるので、このようにすることを衝撃電圧の截断といい、截断された衝撃波を截断波、C点を截断点と呼ぶことは周知のとおりである。



第1図

ところがこの截の字がまた当用漢字でない。用語委員会では“さい”または“裁”をこれに代用しようとの議が起っているよしである。漢和辞典を引いて見ると截はセツと読みサイという音はない。そしてその本来の意味は“大鉈を揮って直截する”とある。截断波とはいみじくも名づけたものである。このような妙用の文字を粗末にすることは、はなはだ残念である。その音までも誤解してさいとしたり、意味に雲泥の差ある裁をもってこれにかえようとするには賛成できない。幸にして截断波をさい断波と読むという記録はない。そこで截断波を切断波と改めることを提案したい。切はサイと読むこともないではないが、普通はセツと読む。そしてその意味は単に切るというだけで、鉋で截ろうが鋏で剪ろうが、その対象、用具、手段、結果のいかにかわらない。したがって、切断波と書いても截断波と書くほどには適切でないかも知れないが、漢字を制限する以上それはやむをえない。

5. 音読成語の仮名混用は 精神負担を重くする

ガイシなどのように他に訓読の方法がない音読用語

全体を仮名書きにすることは、あまり冗長にならない限り、実用上の不つごうはまずない。しかし閃絡電圧、遮断器、截断波などの音読成語の一部分を仮名書きにして、せん絡電圧、しゃ断器、せつ断波としても、それらの読み書きを不便ならしめるだけで何の利益もない。閃絡電圧、遮断器、截断波などの漢字を知っていれば意味がわかるが、これらの漢字を全然知らなければ到底納得できるはずがない。したがって形式的には漢字を制限したつもりでも、実質的には閃絡電圧、遮断器、截断波などの用語を覚えてもらうことを期待しているのであるから、決して精神的負担を軽減することにはならないのみか、かえって精神力の浪費になるのではなからうか。

そこで次のように提案したい。

(1) せん絡電圧は当用漢字の例外を認めて閃絡電圧とするが最上であるが、それが不可能ならば弧絡電圧、それもいけなければ単に火花電圧としてはいかでであろうか。

(2) しゃ断器は遮断器としてもそれだけでは何を遮断するのかよくわからない。これに反して断路器は明らかに回路（電流は流れていない）を断つのであるから名称としてはいい。この筆法にならえば遮断器は（回路を流れている）電流を断つのであるから断流器とするがよからう。

(3) せつ断波は截断波とするほどにはぴったりしないが、次善の用語として切断波とすべきことを前に提案した。

6. 外国用語の仮名書きは 時代錯誤である

フラッシュオーバーもそうであるが、球ギャップ、棒ギャップ、ギャップの長さなどのように、外国語の発音に似せて仮名書きにした電気用語が、最近次第にはびこってきたが、これらはほとんど漢字制限の犠牲となった既成術語の、代案を考える面倒を避けるための所産である。

大戦後のわが国はあらゆる面においてアメリカ風潮の影響を受け、日常の会話においてさえアメリカ訛りの英語を混用するようになった。このような風潮は国語の純潔を損い、その品位を傷けるだけでなく、精神的な面においてはなはだ不見識のそしりを免れない。Panglish と軽蔑される所以である。

技術上の専門用語としての既成術語を、外国語の発音に似せて仮名書きにすることは、精神的な面ばかりでなく、実用的な面においても近い将来に由々しい問題を起す惧がある。電子翻訳器や音声タイプライタ

などが盛んに活用される時代になった場合、何が由々しい問題であるかは、あらためて説明する要はあるまい。外国用語の擬音仮名書きが時代錯誤であるという所以である。

球ギャップ、棒ギャップ、ギャップの長さはそれぞれ、球極間、棒極間、極間長または極間隔として別に不つごうなことも不体裁なこともなさそうである。このような例は他にも数々あることであろう。またガイシに関係ある例を挙げて恐縮であるが、従来ガイシを電弧の害から護るために、招弧環または招弧角なるものが使用されている。これは普通 Arcing ring または Arcing horn と呼ばれてきたのであるが、最近アークリングまたはアークホーンと呼ぶことになった。字数を節約しようとの配慮からであろうが、馴れないせいか何となく語呂が悪い。

筆者は十数年来この種の招弧環(角)に関する実験研究を続けて来たが、その結果、ガイシ面に生じた電弧をなるべく速かにガイシ面から引離すことを主目的とする招弧環(角)と、ガイシが異常電圧の襲撃を受けて閃絡する場合に、電弧を全然ガイシ面に絡ませないようにすることを主目的とする防絡環(角)とに区別して考えるべきことを主張して来た。ご検討が願えれば幸である。

む す び

以上の6項目を振り返って見ると、その悉くが漢字制

限規則強行に対する用語委員会の態度なり措置なり、あきたらぬところがあることを表明したものである。漢字制限規則を強引に押しつけるものが誰であろうとも、学会の用語委員会としてはそれに対する独自の見識があつて然るべきである。

文章の簡易化、読者の精神負担の軽減が真の目的ならば、何も当用漢字にこだわる必要はない。学会の文書は必ずしも国民の全員に理解してもらふ必要はない。ことに學術論文に至っては専門技術者もしくは一部の学者、学生などを読者とするのであるから、そういう階層の読者にもっとも能率よく読んでもらえるような表現を用うべきである。新聞雑誌の大衆を対象とするものは、当用漢字や新送り仮名を賞用するであろうが、専門學術雑誌がそれにならう必要はない。學術用語は通俗用語の内包がいまいなのを明確にするための必要から生れたもので、代数学上の長い式を代表する文字と同じような性格を有しているものであるから、やたらにこれを追放したり、通俗用語を代用したりしては、學術の研究進歩を阻害することはなほだし。

わが電気学会が当用漢字以外の漢字を使用してはならぬという規則を、無批判に遵守すべきことを決定したのであればやむをえないが、せめてそのような方針が決定された経緯を質したり、それに対していささかなりとの意見を述べたりする機会が与えられてもよくはなからうか。

UDC 621.3(083.72):413.164

用 語 選 定 に つ い て

電気用語標準特別委員会委員長

山 田 直 平

寄 書

35-2

新宮行太氏から電気用語標準特別委員会における用語選定方針についてご意見が提出されている。ここに本委員会の用語選定の状況についてご報告をして、その回答としたい。

戦後の電気用語選定事業のいきさつについては、“学術用語集”の序文に詳しく述べられている。この際の実用語選定の方針は次のようなものであった。

(1) 使用する漢字は「当用漢字表」により、かなづかい「現代かなづかい」による。

(2) 国語を尊重し、俗語でも適当と考えられるものは採用する。

(3) 文字の整理と同時に、なるべく聞いてもわかりやすいように、いいかえる。

(4) 他の専門分野に属する用語で、その方面で選定されたものは、なるべくそれを尊重する。

(5) 電気工学の各分野あるいは事業の方面によって異なる用語を慣用してきたものについては、できるだけこれらを単一化することとしたが、その結果非常に混乱を生ずるおそれのあるものは、従来の習慣を尊重して、二つ以上の用語を設ける。

新宮氏の挙げられた6項目のうち3,5,6を除いてすべてこの中に含まれると考えられる。

方針(1)の当用漢字表によるという点について、文部省学術奨励審議会学術用語分科審議会の方針もそうであるけれども、当委員会としてもそれに従った理由は、主として若い勉学者のためである。現在の国語の学習が初等教育のもっとも大きい負担であることは万人の認めるところである。当用漢字が制定されたのもこの趣旨からであると思う。学術用語がすべて当用漢字内に限られるとすると、既成の工学者は少なからぬ不便を受けられるであろうが、非常に数多くの若い人達のことを考えれば、これは忍んでいただけることであろうとして、方針(1)に従ったわけである。

従来の用語が当用漢字以外の文字を使用していた場合には、当用漢字を用いた適当な用語が見出せればそれを採用し、それが不可能なときは発音はそのままにかな書きにするか、外国語をかな書きにするかにした。その際それぞれの専門の方々の意見をうかがって最後案を決定したことはいうまでもない。閃絡も大いに論議の行われたものの一つで、他の漢字に置きかえる案もあったが、専門の方々の意見はそれでは意を尽せないというので、結局現在のものに定まったと記憶し

ている。

用語標準特別委員会では、そこで選定しているのは日本語の用語であって、外国の用語の訳語でない、という立場をとっている。残念なことに現在日本の工学は外国で発達し、それがわが国に引き移されてきたものが多い。用語についても同様で、ほとんど大部分のものは外国の用語に対応している現状である。用語を外国語の発音にしたがってかな書きにしたからといって、それは外国語をそのまま示しているつもりはない。漢字あるいはかなで書いた適当な言葉がないから、そうしているのであって、外国語ではないつもりである。したがって英語で書くことは考えていない。(ただし、アルファベットは記号としては使っている)逆に日本の用語で適当な外国語のないこともあるし、外国語では一つの言葉であるものが、日本語では二つの言葉に分けて使われることもある。

用語の決定は、いちいちその用語の意味する内容を充分検討したうえで行っているつもりである。しかし従来の経験によると、それぞれの用語はその用語の文字の意味する内容と離れて、用語そのものと、それに対応する概念とがきわめて密接に結び付いていることである。発音の変更も全く別の概念を示すものを感じられることがすくなくない。その用語になじみが深ければ深いほどこれは著しい。前委員長山内博士も述べておられる方針(3)が充分徹底しなかった理由の一つはこれである。しかしできるだけこの方針は貫きたいものであるとした。それには例外を設けることは望ましくない。一つの例外は他の幾つもの例外を誘い出すものである。

さきに用語選定の目的は日本の用語を定めることにあると申し述べた。そうだとすると用語の定義が示してあるべきであるというご意見があると思う。われわれも定義、それができなければ説明、を付けるべきであると考えてはいる。しかし現在の機構ではそれを行うだけの余裕がない。残念ながら日本語と英語と併記して説明のかわりにしている現状である。さいわいに数多くの専門委員会などで、用語の定義を制定しておられる。これらがもとになって全用語の定義集の完成されるような機運になることが望ましい。

なお孔が当用漢字にないといっておられるが、新宮氏の感じがよいと思う。

UDC 621.314.21.001.4 : 621.317.333.82

変圧器の衝撃電圧試験における故障検出（要旨）

報 告

35-7

試験電圧標準特別委員会絶縁試験法小委員会†

1. 緒 言

変圧器の衝撃電圧試験において、もっとも問題となるのは故障検出方法である。変圧器衝撃電圧試験標準規格 JEC-110(1945) では、故障検出法については一定の方法を明示せず、説明書に二三の方法が述べられているだけである。当時はこの問題に関する経験が浅かったが、その後、多くの人々によって真剣に取り上げられ、今日まで種々の方法が提案、実施されている。とくにヨーロッパ各国では、最近いろいろな方法が検討され、故障検出法も標準化される気運にある。今回、本小委員会においてこの問題を取り上げ、試験規格の改訂にあたって、新しく故障検出法を本文に規格として採り入れることとし、内外の文献を種々調査検討したので、その結果を報告する。

2. 変圧器の衝撃電圧試験および故障検出一般

変圧器に衝撃電圧を印加する方法については、特別に問題はないが、試験中に万一変圧器内に故障が発生したとき、その故障を検出し、故障位置を標定することは、衝撃電圧試験実施上、重要なことである。

衝撃電圧試験の際に生ずる変圧器の損傷を、検出の容易なもの順に分類すると、次のようになる。

- (1) 主絶縁を含む巻線大地間
- (2) 巻線間
- (3) 巻線の大部分を占めて大地間を含まないもの
- (4) コイル間およびコイル面とコイルのタップ間
- (5) 層間および巻回間（ターン間）

これらのうち、(1)～(4) までは現在の測定技術をもってすれば、まず確実に検出できるが、(5) はとくにわずかな巻回間の損傷の検出はなかなか困難で、これが現在、故障検出に対する研究課題になっている。

変圧器の衝撃電圧試験が実施された初期のころの故

障検出法は主として印加端の電圧波形を比較する方法で、その他、故障時に発生する音響、光、気泡および煙などの 外部的徴候を 看視する 方法が用いられていた。その後、森元吉氏による電流波形法、Hagenguth による中性点電流波形法が広く普及し、現在では各国ともほとんどこの方法ないしは、これをもととした電流波形法を使用している。

さい断波試験における故障検出は、全波試験の場合にくらべて困難であるのは、電流波形に複雑な高周波振動が重なることにもよるが、電圧さい断の時間をすべての電圧に対して一定に保つことが困難なことにある。最近、さい断時間のばらつきを $0.1\mu\text{s}$ 以内に押えられることになったので、今後は、故障検出も充分信頼のおけるものとなろう。

3. 電 圧 波 形 法

この法は、低減電圧と試験電圧とを印加した場合に得られる印加端電圧波形、または他巻線の誘起電圧波形を測定し、両者が全く相似であるかどうかを比較して故障の有無を判定する方法である。前者を印加端電圧波形法、後者を誘起電圧波形法という。

印加端電圧波形法は測定が容易で、かつ波形の解析も簡単であるが、故障の種類あるいは故障位置を捜すのには、あまり好ましくない。したがって、対地絶縁の破壊の有無だけを見る場合に使用している。

誘起電圧波形法には三浦氏の提案した電圧平衡法がある。これは同じ特性をもって製作された2台の変圧器の試験には有効であるが、1台だけの試験には適用できない。

4. 電 流 波 形 法

この法で故障の有無を判定するのは電圧波形法と同一要領である。電流波形法は、電圧波形法にくらべて測定が簡単ではなく、また波形の検討にも多少経験と技術を要するが、一般に検出感度が高く $0.1\sim 0.5\%$ 程度の層間故障を検出することができる。この法は測定する電流によって、中性点電流法、線路電流法、誘導電流法に分類されている。これらのうちどの方法を採用するかは、検出感度が変圧器の構造、容量によって異なるので、測定者の研究と経験の技術とから判断

†委員長 法貴四郎(科技厅)、幹事 上之國親佐(電力中研)、委員 池田義一(電試)、池田三穂司(電試)、岩崎晴光(三菱電機)、植田 伸司(関西電力)、小川 毅(日立)、小沢健一(明電舎)、川井栄一(古河電工)、古新居滋(東芝)、新宮行太(朝日碍子)、前川定雄(富士電機)、松岡 実(東京電力)、三田 昇(電試)、三好義太郎(東芝)、村田八束(日本碍子)、望月俊夫(電源開発)、山村 昌(東京大学)、幹事補佐 原田達哉(電力中研)、山本充義(東芝)
本稿の全文は「電気学会技術報告 第37号」に掲載されている。

すべきものであろう。

(4・1) 中性点電流法 変圧器のタンクおよび鉄心は直接、供試巻線以外の巻線は適当な抵抗で橋絡して接地し、供試巻線の中性点を適当なインピーダンス Z を通して接地し、供試巻線に加えられた電圧によって直列キャパシタンスおよび巻線導体中を流れる電流により Z の両端に生じた電位差をオシログラフで測定する。測定にあたって問題となるのは電流測定用シャント Z 、オシログラフの掃引速度、供試巻線以外の巻線の接地状態などである。

中性点電流法では、変圧器を一種の分圧器のように考えてもよいのであるから、電流測定用シャントには変圧器と同種類のインピーダンスを使用することが望ましく、電力用変圧器では抵抗あるいはインダクタンス、配電用、計器用変圧器では静電容量ということになる。静電容量シャントの場合、充電電流が長く流れて容量に過大な電圧がかかるのを防ぐため、抵抗を並列に入れて、抵抗-容量シャントとするが、その時定数は、検出感度を高くするため、だいたい $100\ \mu\text{s}$ 程度に選ぶのが適当である。

オシログラフの掃引時間は、オシログラムの見やすさ、故障検出の確実さの点から決められるべきもので、 $50\sim 500\ \mu\text{s}$ の範囲の適当な値を選ぶのが普通であるが、とくに小容量の変圧器では $300\sim 1,000\ \mu\text{s}$ 、大容量の変圧器では $30\sim 100\ \mu\text{s}$ 程度にとるのがつごうがよいのである。

供試巻線以外の巻線の端子をどのような状態しておくかは、その巻線に誘起される電圧による絶縁の危険の有無と故障検出感度から決められるものである。絶縁が安全である場合には、故障検出の立場からはできるだけ開放しておいたほうがよい。実際にどのような状態にするかは、あらかじめ低い電圧で、その巻線の誘起電圧を測定しなければならない。普通は $500\ \Omega$ 程度の抵抗で接地している。

(4・2) 線路電流法 この法は、変圧器の供試巻線の線路側端子への全流入電流を測定する方法であって、中性点電流法と異なる点は、タンクならびに供試巻線以外の巻線を別に接地しないで、供試巻線の中性点端子と一括して電流測定用シャントを通して接地する。電流測定用シャントの選定、オシログラフの掃引速度の決定などについては中性点電流法のときと変わりはない。この法は故障検出感度が良好であり、故障

点検定は、中性点電流法よりつごうがよいこともある。

ただし、巻線の対地キャパシタンスが大きい場合には、電圧印加当初の充電電流が異常に大きいことがある。このような場合には、電流測定用シャントに並列に保護ギャップを入れて、検出にはあまり役に立たない初期充電電流をさい断するか、あるいは中性点電流法を用いるべきである。

(4・3) 誘導法 この法は、R. Elsner 氏によって提案されたもので、変圧器の同脚上に巻かれた高圧および低圧巻線間の静電的結合を利用して、高圧巻線から低圧巻線に流れる充電電流を、低圧巻線と大地間に接続した低抵抗によって測定する方法である。

5. オシログラフを使用して故障検出を行う場合の二三の問題

前述した検出法は、すべて電圧、電流波形が印加電圧の大きさによって変わらないことを前提としているが、非線形特性をもつ変圧器の場合、または線形特性をもっている、さい断波試験においてさい断までの時間が変わる場合には適用できない。この解決策には印加衝撃電圧が上昇するとき非直線性抵抗によるインピーダンスの変化は連続であり、故障によるインピーダンスの変化は本質的に不連続であるということを原理としたものがある。

さい断波試験の故障検出に障害となっていた、さい断までの時間を一定に制御するため、孔明き球ギャップを使用する方法が開発されているが、試験回路が複雑であるので、高度の測定技術が必要となる。

6. その他の方法

電気音響法はかなり古くから試みられている。この法は、さい断波試験における故障検出には中性点電流法より有力な場合もあるが、あまり広く普及されていない。

直流電流計によって接地端電流を見る方法は、測定器および技術が簡単であるが、あまり使用されていない。

真空管電位差計によって、変圧器内に発生したコロナを検出することができる。また、これによって、破壊試験を行わずに破壊値を推定することも可能であるが、現在ではまだ研究段階である。

UDC 674.0 : 621.365.55.029.5

高周波木材加工技術基準(要旨)

報 告

35-8

誘電加熱専門委員会†

1. 技術基準作成の経緯

1955年8月電気学会の電気化学電熱技術委員会のもとに誘電加熱専門委員会が設立された。本委員会の目的は、誘電加熱の応用が木材加工に広く利用されているにもかかわらず、技術基準が明らかに示されていないため、応用が誤られたり、誤っていないにしても、作業効率、加工品の品質が不十分であったり、または装置の運用が不適当なため、装置の部分品を損傷させたりすることも少なくないことから、高周波木材加工に必要な知識と技術的な基礎をできるだけわかりやすく記述することによって、高周波木材加工の技術水準を高め、斯界に貢献したい目的で、この技術基準を作成した。この間、郵政省電波監理局の協力により、装置の高周波出力、電力、周波数、普及台数についての統計が得られ、利用の実体については、アンケート形式により業界から協力を得、いままでの疑問の点などについて明らかな認識が得られた。これらについては、すでに技術報告第25号に本委員会中間報告として公表した。

また一方、各委員により実験研究報告も資料として提出された。国内で公表された高周波木材加工に関する文献も、一括整理した。以上の調査結果により、この高周波木材加工技術基準が作成され、1960年2月技術報告第38号に発表された。

2. 内容の概説

全体は5章に分かれ、付録として文献集があげられている。以下の目次により内容が知られる。

目 次

1. 高周波発振装置と加熱操作の諸問題
 - 1.1. 高周波電力発振器の概説
 - 1.2. 整 合
 - 1.3. 定在波とその除去について
 - 1.4. 電極と被加熱物の空気ギャップの問題と加熱上の注意事項

1.5. 種々の加熱形式について

2. 木材加工一般

2.1. 乾 燥

2.2. 接 着

3. 高周波木材乾燥

3.1. 木材の誘電特性

3.2. 周波数と電界分布

3.3. 周波数と水分傾斜のある場合の電力分布との関係

3.4. 内部爆発と許容電力密度

3.5. 電極間のギャップの影響

3.6. 負荷時中における電気諸定数の変化

3.7. 高周波木材乾燥の実例

3.8. 木材の高周波乾燥の実問題の要約

4. 高周波加熱による木材の接着

4.1. 接着剤の誘電率、誘電力率

4.2. 電極配置と温度分布

4.3. 接着力

4.4. 合 板

4.5. 成形合板

4.6. 端曲接着

4.7. 接着に対する高周波電力、温度、時間の関係

5. 高周波加工の経済問題

付 録 高周波木材加工に関する文献

以上の内容について若干の説明をする。第1章と第4章は木材以外の誘電加熱の応用についても基本的な知識と応用にあたっての技術基準となる。第1章には図面16、表が10載せられており、第2章には木材加工に関する基本的実際の知識が得られるように図面2と表が7用いられている。第3章は木材の乾燥を高周波加熱により行う場合の必要基礎的知識が得られるように種々の角度から説明が加えられており、図面24、表が3載せてある。第4章は木材の接着加工に関する技術基準で、図面14、表が2載せられている。付録の文献集は以下の分類により見やすいようにされている。(カッコ内の数字は文献の数)

概要、解説、展望 (9)、木材加工一般 (9)、乾燥 (29)、接着および成形合板 (20)、ベニヤエッジグルーイング (2)、繊維板、積層材、強化木材 (2)、防腐剤および油の注入 (7)、特殊応用 (5)

† 委員長 山本 勇(明治大学)、幹事 磯部宏策(国際電気)、委員 上村 武(林業試験所)、菊地 盤(豊和工業)、小室光夫(東洋レーヨン)、篠原卯吉(名古屋大学)、竹田政民(東京理科大学)、馬場文夫(三菱電機)、平井信二(東京大学)、山本 孝(名古屋大学)、吉村直行(日本楽器)

本稿の全文は「電気学会技術報告 第38号」に掲載されている。

UDC 621.315.62.001.4 : 621.3.015.52

報 告

注水固有抵抗によるがいしのフラッシュ

オーバ電圧の変化(要旨)

閃絡電圧専門委員会†

がいしの注水フラッシュオーバ試験は、表面清浄な供試品に固有抵抗 $10,000 \Omega \text{cm}$ の水を注水して行うことを標準としている。一般に注水固有抵抗が低下すると、注水フラッシュオーバ電圧も低下するが、その程度は供試品の種類、印加電圧の相違によって異なるのが普通である。このように固有抵抗の低い注水を行うことは、がいしの表面漏れ抵抗を低下させた場合と等価であると考えられ、最近、問題になっているがいしの汚損フラッシュオーバ耐力を検証する人工汚損試験法の一つとして取り上げることができる。

本委員会においても、この点に関心をもち、注水固有抵抗とフラッシュオーバ電圧との関係の解明に努力してきた。たまたま昭和 33 年 3 月、試験電圧標準特別委員会から、電力用機器の耐電圧値を改訂するに際して、がいしの汚損・注水条件を考慮した試験法の立案を本委員会に依頼してきた。したがって、これを機会に、注水フラッシュオーバに関する従来の試験結果を調査するとともに、わが国のおもな高圧試験室 11 箇所において、各種がいし、ブッシングについて注水フラッシュオーバ試験を実施した。その結果をとりまとめたのが、この報告である。

1. 調査ならびに

試験の概要

前記の試験電圧標準特別委員会からの研究依頼の趣旨は、現行の機器の標準プラクティス、たとえば寸法は変えない範囲で、注水試験における固有抵抗値をどこまで下げてでも現行

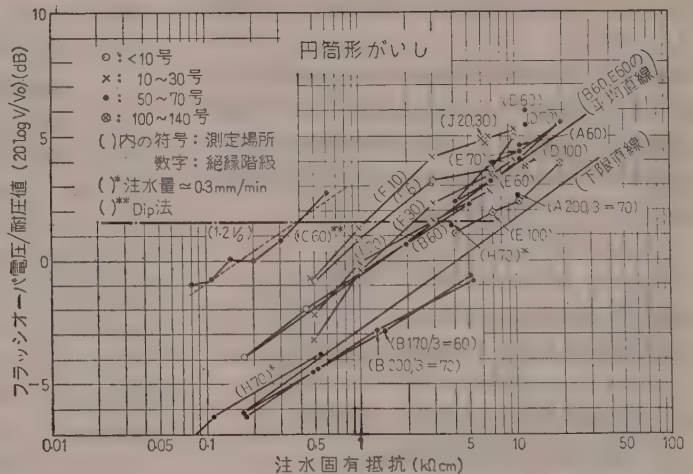
の試験電圧に耐えうるかの目安を、できるだけ早急に求めることであった。もちろん、この問題の解決には、多数の試験を系統的に行い充分なる資料を集積する必要があるが、時間的な制約があったので、供試品は一応支持がいし、変圧器ブッシング、断路器などに限定し、注水設備、試験電源設備は各測定者の現状のものを使用し、分担して、フラッシュオーバ特性を試験することとした。

2. 交流注水フラッシュオーバ特性

(2.1) 注水フラッシュオーバ電圧と注水固有抵抗との関係 注水フラッシュオーバ電圧 V と注水固有抵抗 ρ との間には平均的に次式が成立する。

$$V = A \cdot \rho^n$$

ここで、 A , n : それぞれの供試品で定まる実験定数



第 1 図

円筒形がいしについては、 $n=0.21$ 、ピン形支持がいし、線路用ピンがいしについては $n=0.16$ 、ブッシングおよび断路器のそれは 0.2 程度の値が、各所の試験結果より得られた。もちろん、以上の値は概観的な平均値であり、各所の試験電源容量の大小により、必ずしもこの関係が保たれる場合のみでない。円筒形がいしについて得られた結果を示すと第 1 図のようであ

† 委員長 法費四郎 (科技厅), 幹事 池田義一 (電試), 新宮行太 (朝日碍子), 委員 阿部 柁(東芝), 掛壁 勉(中部電力), 发川 俊雄(日立), 神谷 進(関西電力), 木野二郎(藤倉電線), 木村久男(三菱電機), 坂本貞一(日新電機), 佐藤芳夫(神戸大学), 塩谷新吾(明電舎), 新宮大材(高岳), 田中 裕(松風工業), 筑木二郎(国鉄), 堀 義雄(大阪陶業), 友田千年(公益局), 中島好忠(横浜国大), 畠山久尚(気象台), 林 潔(電源開発), 広瀬 胖(電力中研), 藤井祐三(東京電力), 藤高周平(東京大学), 三田 昇(電試), 水谷明蔵(富士電機), 三野 巧(井上電機), 村田八郎(日本碍子), 山本義行(電源開発), 幹事補佐 近藤 潔(電試)

本稿の全文は「電気学会技術報告 第 38 号」に掲載されている。

る。

(2・2) 絶縁階級と注水フラッシュオーバー電圧 一般的に、絶縁階級の高い供試品ほど、注水フラッシュオーバー電圧の試験電圧（現行耐圧値）に対する比が小さいことがわかる。すなわちフラッシュオーバー電圧と耐圧値の裕度が小さい。この裕度をどの程度にとるのが妥当かは、個々の供試品の使用条件、設計方針に影響するところが大きく、なかなか困難な問題である。また、フラッシュオーバー電圧は、電圧印加法すなわち電圧上昇法によるか、定印法によるかによって相当差異があるし、注水条件および試験電源容量の影響もうける。

電圧上昇法により求めたフラッシュオーバー電圧値と定印法により求めた耐圧値の間には約 7~23% の差がある。しかし、この差は注水固有抵抗、印加時間、電源容量のいかにによって変わる。とくに注水固有抵抗が低い場合、電源容量の大小による影響が顕著となる。また注水状態の最悪時に遭遇する機会を多くし、信頼度の高い耐圧試験を行う意味から、電圧印加時間を現行の 10s 間よりも長くとも検討を要する問題であろう。

この調査ならびに試験において、許容注水固有抵抗を決定する基準として、注水フラッシュオーバー電圧は耐圧値の 20% 増しとした。

3. 衝撃注水フラッシュオーバー特性

衝撃フラッシュオーバー電圧の注水固有抵抗に対する変化は、交流の場合にくらべれば、かなり少ない。注水固有抵抗がおおよそ 1,000 Ωcm 以上になると、衝撃注水フラッシュオーバー電圧は、ほとんど一定である。

衝撃電圧試験の場合も、絶縁階級の上位のもののほどフラッシュオーバー電圧と耐電圧の差が小さい傾向がある。衝撃注水フラッシュオーバー電圧のばらつきは、データが少ないので確定的なことをいいがたいが、70~

13,500 Ωcm の範囲に ρ を 4 段階に変えて試験した結果よりみると、2 σ/m はおおよそ 10% 程度である。この報告では、フラッシュオーバー電圧の耐電圧値に対する裕度を 10% として検討した。

結 言

この調査および試験は半年たらずの短期間に行われたもので、対象とした供試品も、数量、品種が限定されているから、これらの結果から確定的な結論を出すことは困難である。しかし、上述の検討範囲内で総合したおもな結論を求めると次のようである。

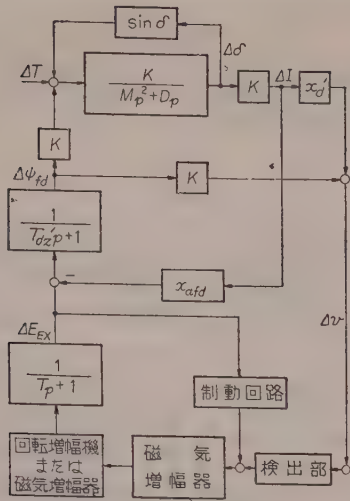
(1) 注水固有抵抗と交流注水フラッシュオーバー電圧との関係は、両者を対数目盛で示すと、ほぼ直線的に変化する。

(2) 注水固有抵抗によるフラッシュオーバー電圧の変化する割合は、円筒形がいしおよびブッシングのほうがピン形支持がいしの場合より、やや大きい。補正係数を $(10,000/\rho)^n$ で表わすと、前者は $n=0.20\sim0.21$ 、後者は 0.16 となる。

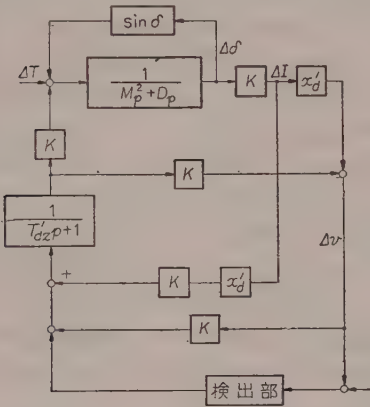
(3) 注水固有抵抗による衝撃注水フラッシュオーバー電圧の変化する割合は、交流注水フラッシュオーバーの場合より一般に小さく、 $\rho>1,000 \Omega\text{cm}$ の範囲ではほとんど変化が見られない。

(4) 注水フラッシュオーバー電圧は、注水条件、表面状態の変化および電源インピーダンスの影響などのため、乾燥フラッシュオーバー電圧より、ばらつきが一般に大きい。

(5) 現在、試験電圧標準特別委員会で審議されている試験電圧標準値に耐える注水固有抵抗の最低限度、すなわち許容注水固有抵抗のおおよその値は、交流耐電圧の場合は 5,000 Ωcm 、衝撃耐電圧の場合は、1,000 Ωcm 程度である。

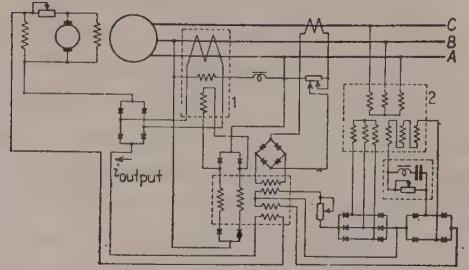


第 5 図 (a) 励磁機付の簡略化された構成図



第 5 図 (b) 自励交流発電機の簡略化構成図

けで、この効果を構成図上で考えるならば、第 5 図 (b) に示すように電機子反作用 x_{ad} の効果を消してしまうとともに、 $x_{d'}$ による電圧降下を瞬時の遅れなく補償する励磁電圧を与えることとなる。これに反し AVR では磁気増幅器、増幅発電機、励磁機などの時間遅れのある回路を通して主界磁磁束 ψ_{fd} を制御するため、調整力は遅れて発揮される結果、第 10 図破線に示すように瞬時の変化は大きくなるとともに行過ぎ量をともしながら静定することとなる。すなわち交流発電機で電圧変化を生じるもっとも大きな原因は、電機子反作用であるが、自励交流発電機は電機子反作用のない交流発電機ということができるのであって、その調整の結果は励磁機を介した従来の方式と根本的に異なっている。このような概念は速度調整にもすでに利用されているのであって、速度のはかに出力を感知して調速すれば時間遅れも少なく理想的な制御ができるわ



1: 可飽和変圧変流器, 2: 検出変圧器

第 6 図 複巻形 AVR

けで、そのような電気調速機が実用に供されている。⁽⁶⁾

次に第 1 図の回路においては緒言において述べたように、修正回路は残留した少しの誤差を修正すればよいために、その回路の利得はきわめて低くて充分である。したがって回路の構成はきわめて簡単であり、その結果として時間遅れもまた少ない。さらに利得が低いということは制動回路を必要とせず、図示の回路で充分な安定性が得られる。これに反し AVR においては、同期機として本質的に大きい電圧変動率を充分な定電圧に保つためには、全体として相当な利得がなければならず、そのため時間遅れ要素が数多く重なるため、制動回路がぜひとも必要となる。このことは単に装置を複雑にするのみでなく、各要素が充分良好な特性をもっている、全体として眺めると、著しく速応性を下げってしまうことは、現地試験の結果として報告されているとおりである。⁽⁷⁾

第 5 図の構成図からも容易に納得できるように、速応性において従来の AVR よりはるかにすぐれているが、速応性こそ AVR を発達させた原因であり、その改善による利益については幾多の文献に発表されているので、改めて述べる必要はないと思う。⁽⁸⁾⁽⁹⁾ それではいまままでに着々と改善されてきた最新形の AVR とくらべてどの程度の改善がなされたか、まず系統に並列された機械としての問題点である安定度について述べよう。

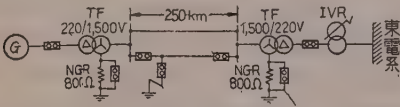
3. 安 定 度

発電機の安定度としては周知のように動態、過渡の 2 種類があり、前者は定常状態における安定極限電力の大きさを示し、後者は過渡状態を含んで安定である極限電力を示す。すなわちある系統に接続された発電機は、送電する有効分ならびに無効分の電力の割合によって発電機が安定に運転可能な限界があり、これを動態安定度と称し、規約された過渡状態に対しても安定である極限電力の大きさを過渡安定度で示す。

動態安定度は実機についてもまた模型についても、速度度がそれに与える影響については詳しく検討されているので省略する。⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾ 過渡安定度については実機についての試験が困難であるため、⁽¹²⁾ 多く模擬送電線について求められる。電力中央研究所において模擬送電線を用いて試験を行った数例について求められた結果を、参考として以下に示すこととする。

(3・1) 2 機問題として第 7 図の回路： 並行二回線の片側送電線において单相および三相短絡事故を発生させ、約 9 サイクル後に故障回線をしゃ断、約 23 サイクル無電圧時間において再閉路を行った場合における発電機の過渡安定極限電力を比較すると第 1 表となる。

以下簡単のために自動式の場合を S で、回転励磁機に AVR を用いたときを A 、AVR なし、すなわち手動調整の場合を M で示す。

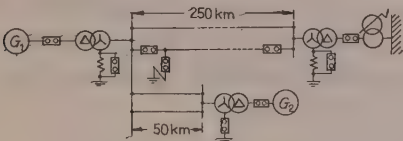


第 7 図

第 1 表

	二相短絡 $NGR=800\Omega$ (kW)	二相地絡 $NGR=800\Omega$ (kW)	二相地絡 $NGR=0\Omega$ (kW)	三相地絡 $NGR=800\Omega$ (kW)
M (AVR なし)	16	16.5	14	12.5
A (高速 AVR 付)	17.5	17.5	16.5	15
S (自動複巻式)	19	19.5	19.5	19.5

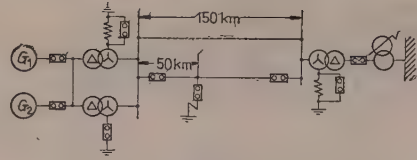
(3・2) 3 機問題として第 8 図の回路 故障点とタイムシーケンスは、2 機の場合と同様として行った場合の過渡安定極限電力は第 2 表に示す。



第 8 図

第 2 表

	二相地絡 $NGR=800\Omega$ (kW)	三相地絡 $NGR=800\Omega$ (kW)
$G_1 : M$ $G_2 : M$	28	25.5
$G_1 : S$ $G_2 : M$	30	27.5
$G_1 : S$ $G_2 : A$	31	28.5



第 9 図

第 3 表

(3・3) 同じく 3 機にお

いて第 9 図の場合 結果は第 3 表に示すとおりである。

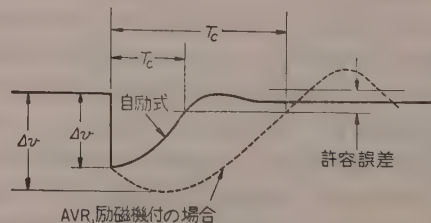
以上を要約すれば 2 機問題において二相短絡と二相地絡 ($NGR=800\Omega$) とは

ほぼ同様な結果がでたが、そのときの極限電力を比較すれば A は M にくらべ 10%、 S は M にくらべ 20% の増加が認められる。また M においては当然のことながら二相地絡 ($NGR=800\Omega$)、二相地絡 ($NGR=0\Omega$)、三相地絡の順に極限電力は減少しているが、 S では 3 者の変化がほとんどなく、自動複巻式の速応性の効果をはっきり認めることができる。 G_1 、 G_2 と系統との連系という 3 機問題においては、安定極限における G_1 と G_2 の電力の和は一定値を示し、結局 2 機問題と同様に考えることが判明した。

そして M 、 M ; S 、 M ; S 、 A の順に極限電力は増大しており、自動複巻交流発電機の存在は安定度の向上に充分貢献することが認められ、並列接続された応答の遅い機械にもならん障害を与えないことも明らかとなった。

4. 瞬時の電圧変動

すぐれた速応性の結果として当然負荷変動に対する電圧の変化も少ないわけであるが、特に単独運転されている場合に電圧変化の基準値からの最大変差と、基準値へ達するまでの時間の二つが問題となる。前者を瞬時電圧変動率、後者を回復時間と称し、通例は第 10 図に示す値をとる。⁽¹³⁾ 電圧の変化は次式によって示され、その最大値は $t=0$ の瞬間に生じ機械固有の



第 10 図 回復時間 T_c と瞬時電圧変動 Δv

リアクタンス値と負荷の値によって決定され、制御装置の良否には関係しない。⁽¹⁴⁾

$$\Delta v_t = \left[\frac{\sqrt{\{(r_m + R)^2 + (x_{qm} + X)^2\}}(R^2 + X^2)}{(x_{dm}' + X)(x_{qm} + X) + (r_m + R)^2} - 1 \right] e^{-\frac{t}{T_{dz}'}}$$

ただし、 $t = \infty$ にて $\Delta v_t = 0$ とし、添字 m は機械固有のもの、 R 、 X は負荷の抵抗ならびにリアクタンスとする。 $t > 0$ の回復率は T_{dz}' によってその切線が決定されるが、 $t = \infty$ にて $\Delta v_t = 0$ と仮定した上式と異なり実際は過渡巻に設計されるので、それを考慮して切線が引かれなければならない。制動巻線のあるものでは x_{dm}'' も影響を与えるが、 T_{dz}'' が大きくない限りはその効果にあまり期待はかけられない。いずれにせよこれらの特性はほとんど制御装置の良否に関係なく定まるものであるから、これらの特性を厳しく規定してもそれは単に機械の特性をしるにすぎない。

さて以上の結果は、生じる電圧変動の大きさに関せず成立つわけであるが、これを励磁機付の AVR と比較すると、大きな差が生じる。すなわち AVR の場合は単に時間遅れのため、最大の電圧変動が第 10 図に示すように、ある時間を経過した後を生ずる⁽¹⁵⁾のみでなく、それらの電圧を回復する特性が電圧変化によって影響を受けるか否かが大きな問題となる。特に自己の発生する電力を電源として用いる AVR にあっては、大きい電圧変化が生じると、その機能を発揮できなくなる。通例論議されている AVR の特性は電源電圧および周波数が正規に保たれている場合のことであり、それらが変動したとき特に電圧が著しく下ったときは健全な機能が期待できず、しかもそのようなときこそ AVR の働きがもっとも必要な状態なのである。発電機容量にくらべ大きな起動電流をもつ電動機を容易に起動しうるといふ、この種発電機の利点が大きく注目される原因はここに存在する。

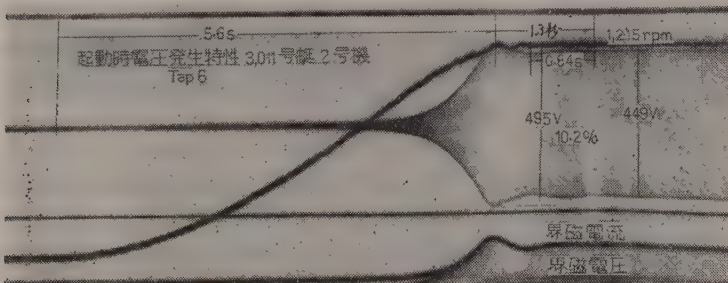
次に負荷しゃ断時の特性であるが、これも全く同じであり、急速に規定値に近づく。この際有効分も急変

するので速度上昇が特に問題となるが、負荷投入の場合でも有効分があるから速度は変化し、やはり両者をあわせて検討されなければならない。速度の変化は発電機とともに直結励磁機もその影響を受けるから、AVR の制御にとっては不利な条件が重なることとなる。自動式の場合は急速に電圧が整定値に近づき、速度変化の影響を受けにくく、特に水車発電機のようにしゃ断時の電圧上昇が問題となる場合に有利である。すなわち電圧上昇が少ないため、接続される変圧器の設計を容易にし、差動継電器に与える励磁電流の影響を少なくすることができるとともに、所内補機などに与える影響も少なくなるなどの利点が生じる。

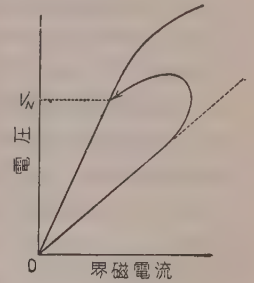
5. 電 圧 確 立

電圧確立は大形機を除いては残留磁気による自己確立による。大形機では界磁時定数が長く自己確立では相当時間がかかる。一方、大形機では他の直流または交流電源が利用できる場合が多いので、これを用いて必要量の初期励磁を行うことによって、確立に要する時間を短縮したほうが有利となる。また電圧の確立の条件は整流器の枚数によっても難易が生じるが、大形機ではサージに対する安全性のほうが大事であるので、⁽¹⁶⁾ その枚数の決定はサージのほうを主として行い、確立のほうは従とすべきであろう。

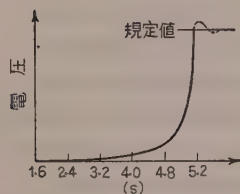
さて電圧の確立は残留磁気の量と整流回路の通電の容易さによって決定され、また残留磁気の保持される機械の部分は形状こそ直流機と異なるが、材質的にはおおむね同じであり、確立の様相もおよそ同じである。乾式整流器の正方向特性はその製造方法によっても異なるが、⁽¹⁷⁾ 通電の難易は枚数によって大きく支配される。しかしてその枚数は回路を構成する機器の定数によって異なるが、要は設計された整流器に対し、界磁抵抗線と残留磁気の量が適当に選ばれているか否かによって確立の条件が決まる。第 1 図において残留磁気による起電力は 1, 2, 3 から X_1 を経て整流器 1 REC に加わるが、一部は 7 の回路にも分流する。し



第 11 図



第 12 図



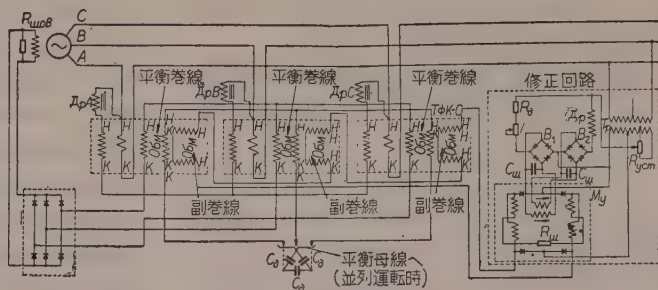
第 13 図 電圧の確立

かしながら電圧の低い間は I_c はきわめて少なく、したがって $S-CT$ は飽和せず、相当高いインピーダンスであるので分流量は少ない。電圧が確立してくると I_c の働きによって適当量が分流して定格電圧に落ち着く。この経過は第 11 図によっても明らかであるが、また線図で示せば第 12 図のように、ちょうど界磁調整器を操作したのと同じ効果であり、電圧修正回路は定電圧に保つためだけでなく、確立時にも重大な役目を果す。

また別な方法として、コンデンサを用いてその回路が定格周波数よりやや低い適当な周波数で共振するように設計されたもので、原動機の上昇につれてその周波数を経過する際に、界磁回路のインピーダンスが下がるのを利用して、確立を容易にしたものもある。原動機の上昇の過程を考慮して、いかなる時期に電圧が確立されるかは、特に非常用電源としてのディーゼル発電機について重大な問題であるが、整流器、飽和曲線、速度上昇曲線などの非線形要素を考慮して算出される。第 13 図は原動機が 5s 間で 0 から定格回転数に達する場合の確立経過の計算結果の一例である。この場合はリアクタンス X_1 が速度の関数となるため、第 12 図の界磁抵抗線はさらに傾斜がゆるやかになる。

6. 逆励磁の問題

大形機となり、長い線路の充電を行う必要のある場合には残留磁気をも消滅しなければならないが、本方式によるときは界磁回路の整流器のために、そのままでは逆励磁を行うことができないので、逆励磁を要するときは、界磁回路に開閉器をそう入する必要がある。また発電機内部事故およびしゃ断できない外部事故（母線の事故ならびに低圧側しゃ断器に充分な容量のない場合の変圧器事故）の場合には急速に減磁することが望ましい。このためにはやはり界磁開閉器を設け付加回路を作らなければならないが、主界磁回路に入れる界磁開閉器は、当然のことであるが励磁機界磁



第 14 図 USSR の方式

に入れるそれより大形のものとしなければならない。界磁開閉器が従来より大形となることは本方式の欠点であるが、一方次のような利点も生じる。自動方式において事故時交流入力进行をしゃ断するように、交流側に界磁開閉器をそう入するか、または整流器の交流側において短絡すれば、界磁磁束は界磁回路の時定数にしたがって減衰する。一方 AVR の場合は励磁機の起電力のため一度増大してから減衰する。すなわち自動式のときは上にへこんだ曲線にしたがって減衰し、AVR の場合は上にとがった曲線となる。したがって磁束の大きい、すなわちエネルギーの大きい瞬間における両者の値を比較するならば、自動式のほうが低いこととなる。よって事故時に界磁開閉器の働きによって別回路に切り換え、強制的な減磁を行わしめれば、従来のものより効果的な急速減磁も可能となる。

7. その他の事項

励磁機に関する事故は、比較的低速である水車発電機においても、全事故の 10% を占めることが統計にも明らかにされている。⁽¹⁹⁾ これをみても発電機に対する保守員の心労は相当量が励磁機にさかれていることがわかる。それが静止器に置き換えられたことは、特にタービン発電機のような高速のものについては非常な利益といえる。また低速のものでは励磁機はその出力の割に大形となるため、空間容積も重量も大きくなるので経済的に自動式の有利性が増す。このほかに整流子からの電氣的雑音の発生がなくなり、ねじれ振動を含む振動の問題の解決が容易となり、調整部が少ないため、配電盤が簡素化されるなどの利点が生じる。

速応性が速い点からは GD^2 を減少することも可能となってくる。すなわち同じ安定度を得るのにも、また同じ電圧変動率を許すのにも、短絡比とともに単位慣性定数を減らすことが可能であるから、これらの条件から大きい GD^2 を必要とし、設計的な困難が生じるような場合に適用すれば、安全な機械を安価に設計

することが可能となる。⁽²⁰⁾

発電所としての総合効率が改善されるが、特に高速応度の特性を発揮するために AVR、励磁機などに高性能を有せしめる場合には、それだけ効率を犠牲にしているわけで、そのような励磁機付の発電機と比較すれば、自励式の総合効率ははなはだしくよくなってくる。また回路の構成部品が少ないため、保守の容易さも利点であるが、船内、山奥などで専門家の得がたい場所においても安心して使用できる利点も生ずる。

欠点としては前述のように急速減磁方式、または線路充電を必要とする場合に界磁開閉器が大形となることが考えられるが、利点のほうがはるかに多く、かつその利点は注目し値するものであり、一方、欠点はそれほど重大な意味をもたない。終りに並列運転につきちょっとふれておきたいのは、従来から行われている横流補償方式のほかには界磁電圧を共通母線により平衡させる方式も用いられていることである。その一例を第14図に示すが、これは原理的には第1図に示すものと同じであるが、⁽¹⁸⁾ 平衡母線を同一特性のものと結合することによって、無効負荷を平均して分担するようにしたものである。本方式によるときは補償のための電圧垂下特性が不要であり、一定電圧が得られる利点があるかわり、結合される発電機が同一特性でなければならないという制限があり、一般には利用できない。

8. 結 言

戦後急速に改善された AVR はその後速応性の改善のため絶えず努力が加えられ、その結果として自励式の回路が考案されたが、その原理はすでに前世紀に考えられていたものであることは、大変に興味深い。⁽²¹⁾ それが再び新しい技術の下に実用化され、その特性が詳細に検討された結果、本年の CIGRE の正式議題にまで取り上げられるに至ったわけで、今後の開発が大いに期待される。急速な技術の進歩の中にあって将来

の推定はむずかしいが、筆者の考えとしては小容量のものから大容量のものまで本方式が非常に多く採用されると予想している。その理由は詳述したとおりの利点を有することと、現在までに開発された AVR としての付加的機能(電流限定、力率限定など)は、最近に至って完全に自励式の回路の中に取り入れられ、定常状態における動作はいかなる AVR にくらべてもなんら損色のないものとなっているからである。そして次の段階としては発電機自体の制御のほかには系統の研究の進展と相まって、系統と組み合わせられた電圧調整方式が生れてくるのではないかと考えている。本稿によって自励交流発電機の利点がご理解願えるとともに、その特性を生かした適用をご配慮願えれば幸いである

文 献

- (1) JEM-R 2006 自励交流発電機
- (2) Storm: Trans Amer. Inst. Elect. Engrs **71**, 1057 (1951)
- (3) Feinberg: Proc. Instn Elect. Engrs **97**, Pt II, (1950)
- (4) Kellenbach: Trans Amer. Inst. Elect. Engrs **70**, 201 (1952); H. Junor: A.E.G. Mitt. **46**, 351 (1956)
- (5) Kostiuk: Elektrichestvo No. 2, 118 (1958)
- (6) Gable: Westinghouse Engng **16**, 156 (1956)
- (7) A. N. Eliassen: Pwr Apparatus and Syst. No. 25, 577 (1956)
- (8) Dandeno: Pwr Apparatus and Syst. No. 28, 1497 (1957)
- (9) 梅津: 電力 **43**, 983 (昭 34)
- (10) R. A. Phillips, et al.: Trans Amer. Inst. Elect. Engrs **75**, Pt. III, 762 (1956)
- (11) K. R. McClymont, et al.: Trans Amer. Inst. Elect. Engrs **75**, Pt. III, 766 (1956)
- (12) 永村: 電力 **41**, No. 4, 59 (昭 32)
- (13) JEM-R 船用交流発電機標準仕様書(案)
- (14) 村山: 制御工学 **3**, No. 2, 56 (昭 34)
- (15) L. T. Rosenberg: Trans Amer. Inst. Elect. Engrs **68**, Pt. I, 160 (1949)
- (16) 小原: 昭 34 四国支部連大 9
- (17) 山口: 電学誌 **71**, 7 (昭 26)
- (18) Герценбет: Вестник электропромышленности No. 3 (1958)
- (19) 荻野: 電学誌 **73**, 1057 (昭 28)
- (20) Ettinger: CIGRE Paris S. (1958)
- (21) Arnald: Die Wechselstrom Technik **4** (1902)

学 界 時 報

- | | | |
|----------------|----------------|----------|
| 1. 教育・研究 | 2. 電気物理および回路理論 | 3. 電気測定 |
| 4. 電子装置 | 5. 電子回路 | 6. 電気機器 |
| 7. 電力 | 8. 照明 | 9. 電気鉄道 |
| 10. 電気通信 | 11. 電気材料 | 12. 電力応用 |
| 13. 自動制御および計算機 | 14. 原子力 | 15. 雑 |

1-238. 電力の発展に対する教育

G. S. Brown: Education for Expanding Horizons in Electric Power. [Elect. Engng, Vol. 79, No. 2, Feb., 1960, p. 119~123]

技術の急速なる発展にともない、今日の工学教育の傾向は現在の技術を教えることより、むしろ基本原理を教える方向に進んでいる。したがって今後の大学卒業生と自由に意志の疎通をすることができるためには、産業界自体も大学教育にいかなる変化が行われているかについて無関心であってはならない。というのは、昔は技術者の生涯において技術の画期的な変化があるとは考えられなかったので、大学における工学教育も一定の形の現場の技術を主とした専門教育でことたりたが、最近における急激な科学技術の進歩を考えると、従来の技術の拡張ではなく、全く新しい問題に次から次へと直面する。これに対しては科学の基礎とそれを応用に移す能力が必要となる。したがって少なくとも4年間の学部学生の課程は基礎科学および Engineering Science (詳細は関東工業教育協会資料 17号参照) に重点を置くのが一般の傾向になってきている。これに対する誤解の一例は、最近 MIT を訪れたイギリスの先生が帰る間際の感想として、アメリカの大学では電力量工学は無くなり、すべてが電子工学であるといったことである。彼が見落していることはおよそ電気というものは電荷の移動であって、広い意味の Electronics に基礎をおいた教育はもちろん電力量工学 (あるいはさらに電気エネルギーの Processing といったほうが適當であるが) を含み、電力自身が新しい形をとりつつあるという事実である。

筆者の意見としては、学部学生の教育に関する限りなるべく応用の広い、なるべく長期にわたって陳腐とならないような基礎的教育を常に新しく編成して行くべきであって、専門教育は大学院に移すべきであると考える。しかしながら現在はもちろん変換期であって種々の矛盾が現われるのもやむをえない。

学生の素質傾向にもそれぞれ相違があるから、幾つかの分類に分けて考えるべきであるが、それにしても教育は確固たる基礎のうえにききずく必要があり、新しい分野における専門的能力が昔からの物理、化学、数学

のしっかりした素養をもとにしなければならないことは一見皮肉である。大学の任務は Engineering science という一つの体系、すなわち Science の Engineering を脱くことである。大学としては、学部学生に Engineering science の教育を始めて以来、かなりの時間が経過し、いまさら変えるわけにはゆかないところまでできている。産業界としてもこの点をよく認識する必要があると同時に、大学が単なる教育の場にとどまらず学問の場として発展するために、大学における研究と大学院に対する理解を深める必要がある。

(森, 飯島健一)

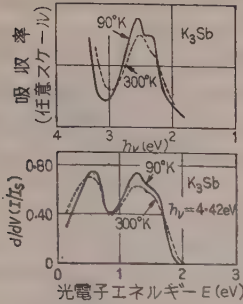
2-239. K_3Sb と Cs_3Sb からの光電子のエネルギー分布の形

E. A. Taft & H. R. Philipp: Structure in the Energy Distribution of Photoelectrons from K_3Sb and Cs_3Sb . [Phys. Rev., Vol. 115, No. 6, Sept. 15, 1959, p. 1583~1586]

Cs_3Sb は光電子放射体としてよく知られており、Spicer⁽¹⁾ は 1958 年に Cs_3Sb も含めたアルカリアンチモナイドの顕著な性質についてまとめた報告をしている。本報告では、90°K と 300°K とで測定した、分光吸収特性図と、光電子のエネルギー分布との類似性を詳細にわたって比較し、この結果、価電子帯の状態密度に対しての情報を得る見とおしについて述べている。

エネルギー $h\nu$ (eV) の光の吸収を、真空単位から α (eV) 下にある有効単位へ、真空単位から $h\nu + \alpha$ (eV) 下にある価電子帯の電子が飛び上がることにより起るとし、有効単位のエネルギー幅がせまいとすれば、価電子帯の状態密度にある程度似た分光吸収特性が現われるであろう。またエネルギー $h\nu'$ (eV) を持つ光子によって出た光電子の運動エネルギー E (eV) の分布は、励起電子の逃げ出しの確率および遷移確率が E の変化に対して急に変化しないとすれば、真空単位から $h\nu' - E$ (eV) の位置にある状態の密度分布に類似したものとなる。

実際第 1 図に K_3Sb の分光吸収特性と光電子エネルギー分布を示したように、 $h\nu = h\nu' - E - \alpha$ において α の値を適当に選ぶと、よく一致した曲線が得られる。



横軸は $E + h\nu = 4.42$
 $-\alpha = 3.85$ eV として
 記入した。
 (光の吸収率に対して
 は縦軸の原点もずれ
 ている)

第 1 図 K_3Sb に対する光の吸収率と
 光電子エネルギー

K_3Sb の場合は $\alpha = 0.6$ eV, Cs_3Sb の場合は $\alpha = 0.4$ eV とすればよかった。

光の吸収率が大きいから、この場合おこる遷移は導電帯へおこるものと考えられ、有効単位は導電帯の中に存在しなければならない。よって α は電子親和力の小さいほうの制限の値を示すこととなる。このことは Spicer の報告と矛盾しない。(中村, 藤田 努)

文 献

(1) W. E. Spicer: Phys. Rev. 112, 114 (1958)

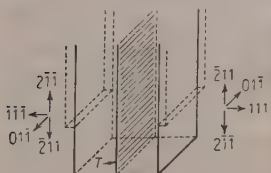
2-240. Ge デンドライトの成長

A. I. Bennett & R. L. Longini: Dendritic Growth of Germanium Crystals. [Phys. Rev., Vol. 116, No. 1, Oct. 1, 1959, p. 53~61]

デンドライトの成長はすでに報告されており、新しい問題ではないが、独特な成長方法と成長のメカニズムを見出したので報告する。

まず結晶の成長法について述べる。種結晶は単結晶でもよいが、後述の理由により、デンドライトを使用した。この種結晶を融点より $2^\circ C$ 高いメルトにつけなじませる。次にメルトの温度を $10^\circ C$ 急に下げ約 15 s 後に $10 \sim 15$ cm/s の速度で引き上げる。

このようにして作った結晶の外観は帯または板状で、厚さ $0.08 \sim 0.5$ mm, 幅 $2 \sim 3$ cm, 長さ 12 cm である。構造上より見ると、結晶成長方向は $[2\bar{1}1]$, また広い面は (111) 面でこの面の中間に双晶面があり、結晶の全長にわたっている。(第 1 図参照) また結晶の端はのこぎり波状で $[2\bar{1}1]$ に対し 30° の傾斜をしている。(第 2 図参照) 結晶は非常に平らであるが下向きにへこんだ曲線が見られる。これは引き上げの際



第 1 図



第 2 図

メルトと結晶の接していた面を示すと考えられる。さらに結晶をエッチすると中央部にピットの群が帯状に連なり、両面のピットは成長方向に逆向きである。このことより双晶面が中心にあることが確かめられる。次に機械的強度については、Ge は普通もろいけれども、この結晶は弾性に富み約 3 in の径に曲げることもできる。最後に偏析については、不純物 (Al, As, In, Sb) を含んだメルトから引き上げると、引上速度が非常に速いため有効偏析係数は 1 であると考えられるが、実験結果はこれと一致せず、さらに研究を要する。

さて Billig はすでにデンドライト成長に関するメカニズムを発表しているが、われわれは結晶の中心に双晶面があるため、 120° の間隔を置いて三つの成長しやすい方向 (G 方向) があり、その反対方向は成長しにくい方向であることを知った。この G 方向では、双晶面を持たない種結晶を

使って成長させる場合よりも成長速度は速い。すなわち双晶面が核になっているのである。第 3 図左側の図は種結晶の G 方向に引き上げたもので、同じ種結晶を逆向き (成長しにくい方向) に使うと右側の図のようになり、垂直には成長せず垂直方向より 60° ずつ隔たった G 方向に成長する。図の E 点は結晶がうつばにあたり、このため G 方向が垂直方向になるような双晶面ができて垂直に成長したと考えられる。

Si 化合物半導体およびせん亜鉛構造を持った結晶にもこの結晶生長に関する考え方をを用いることができ、さらに α -SiC の蒸気より結晶を成長させる場合にも適用できることを知った。(北村, 松倉保夫)



第 3 図

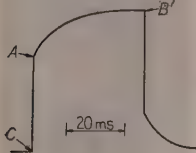
2-241. Si PN 接合の内部 加熱と破壊特性

B. Senitzky & P. D. Radin: Effect of Internal Heating on the Breakdown Characteristics of Silicon p - n Junctions. [J. appl. Phys., Vol. 30, No. 12, Dec., 1959, p. 1945~1950]

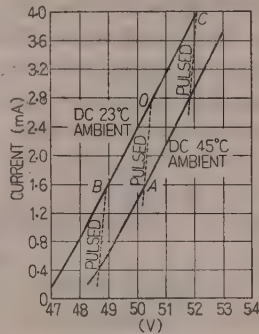
Si PN 接合の V - I 特性で、破壊電圧は不純物密度に依存することが知られているが、破壊領域における V - I 特性の様子については、その複雑な要素のために明らかにされていない点が多い。ここでは単一のマイクロプラズマを使用して、PN 接合の破壊領域の特性が内部加熱によって説明できることを述べている。

破壊領域では、電流は温度とともに減少するという

性質を利用して PN 接合の温度を測定する。すなわち定電流パルスで PN 接合に印加すると、第 1 図のような電圧パルスが見られる。AB' 間は PN 接合の自己加熱による電圧変化である。実験には {100} 面をもつ P-Si に N 形不純物を拡散させ、その反対側に Al を合金させて単一のマイクロプラズマで破壊がみられるようにする。



第 1 図



第 2 図

定電流パルスは $\sim 200 \text{ } \mu\text{s}$ である。AB' 間の変化が並列 RC 回路によるものでないことも注意して調べている。 $\sim 20 \text{ } \mu\text{s}$ ののち電圧パルスが徐々に増加することがみられる。第 2 図に 23°C と 45°C で測定された DC とパルスによる結果を示す。パルス測定は $180 \text{ } \mu\text{s}$ で行ったもので、たとえば O 点に DC でバイアスして負のパルスを印加して測定した結果である。O と A は等温度であるから O 点の実際の温度は 45°C で動作している A 点の温度と同じである。A と B は入力がほぼ同じであることを考慮すると A は B より 22°C だけ高温であるから、O は B より 22°C 高温であることになる。このようにして、零電流のときの温度を周囲温度として各電流のときの PN 接合温度を求めている。この結果からすれば、室温の数度上で破壊が開始され、 $19^\circ\text{C}/\text{mA}$ で温度が上昇することになる。

実際の PN 接合では多くのマイクロプラズマの集合と考えられるので、各プラズマが $5 \times 10^{-8} \text{ s}$ で定常温度に達しても、結晶としては $\sim 10^{-2} \text{ s}$ が必要である。このほかマイクロプラズマによる“Inductive effect”，すなわち荷電子がプラズマ領域に到達するマイクロ秒程度の時間的遅れによる電流の遅れがみられる。

(北村，松倉保夫)

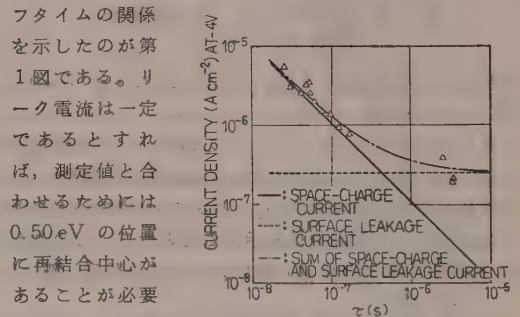
2・242. Si PN 接合の熱処理中心と電流

D. J. Sandiford: Heat Treatment Centers and Bulk Currents in Silicon p-n Junctions. [J. appl. Phys., Vol. 30, No. 12, Dec., 1959, p. 1981~1986]

Si の PN 接合電流は拡散電流と空間電荷電流からできていて、禁止帯に再結合中心があってライフタイムの短い PN 接合では空間電荷電流が大部分となる。ここでは熱処理した N 形 Si で PN 接合をつくり、ライフタイムと PN 接合電流の温度依存性を測定するこ

とにより、再結合中心の性質と PN 接合電流におよぼす影響について述べている。

まず Shockley の拡散電流の式，Sah らの空間電荷電流の式，Shockley-Read のライフタイムの式を紹介する。実験には $\sim 10 \text{ } \Omega\text{cm}$ の N 形 Si を使用し、 $1,300^\circ\text{C}$ で 20 min 加熱急冷して再結合中心を導入し、Al を合金して PN 接合をつくり、表面処理して封入する。測定は室温から 160°C 間で、ライフタイム、正逆電流を求める。ライフタイムは $10^{-6} \sim 10^{-8} \text{ s}$ で、温度依存性は $T^{1.3 \pm 0.3}$ で試料による差はあまり顕著ではない。多くの試料の -4 V における逆電流とライフタイムの関係



第 1 図

を示したのが第 1 図である。リーク電流は一定であるとすれば、測定値と合わせるためには 0.50 eV の位置に再結合中心があることが必要となる。一方逆電流の電圧、温度依存性も空間電荷電流を計算して測定値とよい一致を示し、この場合も 0.48 eV に再結合中心があることを証している。電圧-電流特性が完全に理論式と一致しない理由としては、再結合中心の $L_{\text{mission probability}} (\beta)$ が電界依存性をもつため、 $\beta \sim E^{0.35}$ となることを容量の電圧依存性を考慮して与えている。正方向電流の場合は低レベルの場合は空間電荷電流が、高レベルでは拡散電流が大部分であり、高温ほど拡散電流の成分が多くなることを実測値と計算値を比較することにより示している。

(北村，松倉保夫)

2・243. 帯磁率の絶対測定法

A. Thorpe & F. E. Senftle: Absolute Method of Measuring Magnetic Susceptibility. [Rev. sci. Instrum., Vol. 30, No. 11, Nov., 1959, p. 1006~1008]

物質の帯磁率を測定するには、不均一磁界に置いた際にうける力を測る、いわゆる磁気てんびんが使用される。しかし、この磁気てんびんはあらかじめ値の知れた標準試料を使用して校正する必要がある。この標準試料をいつも手もとにおいておくことはそう容易であるとはいえない。標準試料なしで帯磁率の絶対測定をすることができれば大変便利であると考えられていた。Thorpe と Senftle は石英のスパイラルびんと永久磁石でうまい方法を考えた。これは石英スパイラルびんに試料をつるし、これを永久磁石のつくる磁界中におき、この永久磁石を上下させて、石英スパイラル

の伸びを読むのである。そして横軸に永久磁石の移動距離を、縦軸に石英スパイラルの変位をとりグラフをつくる。試料が永久磁石のつくる最大磁界 H_{\max} を通る点と磁界がほとんど零の点を結び、その線の上の曲線を面積計で積分して測定する。そうすると帯磁率は次の式で表わすことができる。

$$\kappa = 2gA/hH_{\max}^2$$

ここに、 A : 得られた面積、 g : 重力の加速度、 h : 磁界がないときの試料の重さによるスパイラルびんの変位、 H_{\max}^2 : ガウス計で測定した最大磁界

この式を導くのは

$$A = \int_{x_1}^{x_2} d \cdot dx = \int_0^{H_{\max}} \frac{m \kappa H}{K} dH = \frac{m \kappa H_{\max}^2}{2K}$$

$$m = K h / g, K: \text{スパイラルの弾性定数}$$

の式から容易に得られる。

この方法と従来の標準試料を使用する方法とによる測定値は非常によく一致する。誤差はガウス計による磁界の測定 (1% 程度)、スパイラルの変位の読み取り誤差 (%) で全体として 2% 程度である。しかしこれ以上によくすることはもちろん可能である。

(嶋山, 坂本信彦)

3-244. アナログ計算機用精密

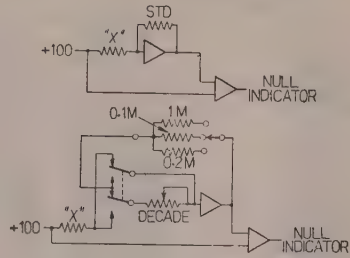
抵抗器の目盛さだめ

R. P. Sykes: Calibration of High Resistance Padded Resistors. [Instruments and Control Systems, Vol. 32, No. 10, Oct., 1959, p. 1536 ~1538]

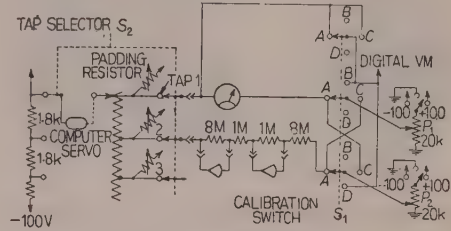
G. A. Korn: Calibration of Padded-Potentiometer Function Generators. [Instruments and Control Systems, Vol. 32, No. 10, Oct., 1959, p. 1539~1540]

Sykes はアナログ計算機に多数使用する演算増幅器の利得をきめる高精度加算抵抗器について、正確に抵抗比を測定し、必要な補正加算抵抗値を求め、結果の抵抗化、したがって増幅器利得を 0.001~0.005% 内に正確に保つ新しい方法を述べている。試験回路は第1図で上は原理、下はデケードを加味する場合を示す。加算抵抗器として未知抵抗器を使い、演算増幅器の帰還として標準抵抗器を用いる。特殊デケード抵抗器試験パネルスイッチを両抵抗器の比により、増幅利得を1に対して調整するように、いずれかへ直列にそう入する。もし未知抵抗が小ならデケードはマイナスを指示する。抵抗誤差 $0.1\% \times 1\text{M}\Omega$ ($1\text{k}\Omega$)、デケード誤差 $0.1\% \times 1\text{k}\Omega$ (1Ω)、測定誤差 $1\Omega/1\text{M}\Omega$ (0.0001%) が得られる。

抵抗器の加算 (特殊ホイートストンブリッジにて測定)、増幅器、スベア抵抗器 (0.1% 以上の誤差に対し取り換え) などについても論及する。



第 1 図 加算抵抗器の試験



第 2 図

Korn はアリゾナ大学アナログ計算機研究室で使っている、計算機 PACE に適用している加算電位差計関数発生器の目盛さだめを紹介している。第2図にその原理を示す。回転スイッチ S_1 は時計方向に $A \sim D$ の四つの位置をもって回転される。 A 位置では電位差計 P_2 はタップ2に V_2 の電圧でつながる。タップ1の加算は V_1 がタップ1に出るよう調整される。次の B 位置で、 P_1, P_2 は関数ポットから除かれ P_1 が新しい電圧 V_3 にセットされる。 P_2 はそのまま。 S_2 を1段位置進め、負荷と検出器をタップ2へ、演算増幅器をタップ3に入れる。次に S_1 を C 位置とし P_1 はタップ3で V_3 、一方、 P_2 (V_2 にセット済み) はタップ2の加算コントロールに使う。次の D 位置で P_2 は V_4 にセットする。このようにして順次全電圧のセットを行う。

(池田)

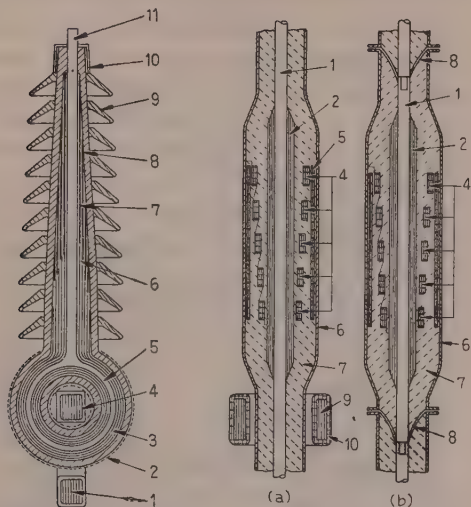
3-245. 樹脂モールド計器用変成器

A. Imhof: Kunstharz-Messwandler. [Elektrotech. Z. (E.T.Z.)-A, 80. Jahrg., Heft 20, 11, Okt., 1959, S. 705~710]

合成樹脂変成器技術の広い利用は近年目ざましいものがある。本文はこのテーマの総合報告である。

絶縁物内部の動作状態を高感度で測る方法としては在来の $\tan \delta$ 測定用シェーリングやコロナ妨害電圧測定の他に放電測定法をあげている。印加電圧 (kV) と放電電圧 (μV) (60 Ω の固定抵抗を流れる充電電流の電圧降下) の関係から良、要注意、不良の範囲を示している。また変成器各部を“Topographische”(地形学的)に測定をしている。

特別高圧用変成器の新しいモールド構造を述べているが、そのうちの二三をあげる。



第 1 図 Epolpa CT 第 2 図 Duresca PCT

第 1 図はエポキシ樹脂を外部絶縁に用い、その中に真空含浸した油紙を使う“Epola”絶縁 CT の例である。1 は鉄心、2 は接地おおい、3 は油含浸紙、4 は二次巻線、5 は一次巻線、6, 7 はコンデンサブッシングのための金属はく、8 はエポキシ樹脂、9 は磁器、10 は接続端子、11 は一次導体である。

第 2 図は Moser-glaser 社の“Duresca”変成器 (PCT) の一種である。Duresca は良質のエポキシ樹脂を主体とする高圧用の新しい材料である。10~110 kV 各種がある。第 2 図では開放鉄心をもった同軸レール式 PT という構造が変わっている。1 は一次導体、2 は同軸鉄心、4 は PT 一次巻線、5 は PT 二次巻線、6 は接地おおい、7 は Duresca 絶縁物、9 は CT の円形鉄心、10 は CT 二次巻線。(池 田)

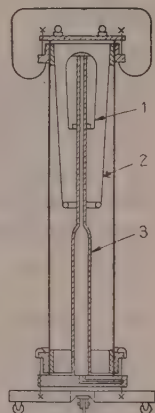
3.246. 圧縮ガスコンデンサの 容量の不変性

A. Keller: Konstanz der Kapazität von Pressgaskondensatoren. [Elektrotech. Z. (E. T.Z.)-A, 80. Jahrg., Heft 21, 1. Nov., 1959, S. 757~761]

国際電気標準委員会 (I.E.C.) では、高圧波高値の測定規格として、いまなお球ギャップの単独使用を認めているが、この球ギャップは、電圧測定装置としては種々の欠点を有し、その測定誤差は $\pm 3 \sim 5\%$ といわれている。したがって球ギャップのかわりに標準容量あるいは容量分圧器を使用して、実効電圧および波高値の測定を行うほうがより正確な値が得られる。しかし正確な測定値を得るためには、標準コンデンサの容量が外部電界、封入ガス圧の変化、静電力による電極偏心などの影響を受けて大きく変化しないことが必要である。この論文では、標準コンデンサについて、

以上の諸要素がどの程度容量変化をおよぼすかについて、数値をあげて説明している。

まず外部電界の影響であるが、800 kV 用の圧縮ガスコンデンサの構造は第 1 図のとおりで、低圧側電極 1 は、これを取り巻く高圧側電極 2 によって完全にしゃへいされ、電気力線のはいり込む余地はない。したがって標準コンデンサは、球ギャップの下部電極が外部電界の影響を受けるのと異なり、測定容量の大きさは外部電界とは無関係になる。また圧縮ガスコンデンサの容量は、ガス圧によって相違する。すなわち、1 気圧の上昇によって窒素ガス充てんの場合には 0.0556% の容量増加となる。ただし温度上昇によるガス圧変化によっては、誘電率は変化しないので、この点考慮の必要はない。したがってガス封入時の圧力の精密測定で充分で、圧力測定からくる誤差は 0.011% 以下となる。コンデンサの温度が上昇すると、高圧低圧両電極の熱膨脹および圧力管として用いる硬質紙製円筒の長さならびに低圧側電極を支持している金属管の長さの変化によって、高圧低圧相互の電極ギャップが変化し、これによってコンデンサの容量は異なる。しかし、これらの値は正確に計算でき、800 kV の標準コンデンサにおいて、大体 10°C の温度上昇によって 0.020% の程度で、温度変化で出てくる容量の変化は実用上無視できる。また圧縮ガスコンデンサにおいては、高圧低圧両電極の完全な同心配置を機械的に行うことは困難で、若干の偏心を生ずる。このため、高圧電極に高圧が印加されると、静電力が不均衡に作用して偏心をさらに大きくする。この偏心の増大による容量増加は、最初の偏心を 1 mm と仮定した場合、わずかに $0.0286 \times 10^{-3}\%$ にすぎない。



1: 低圧電極
2: 高圧電極
3: 低圧電極支持
用接地銅管
第 1 図

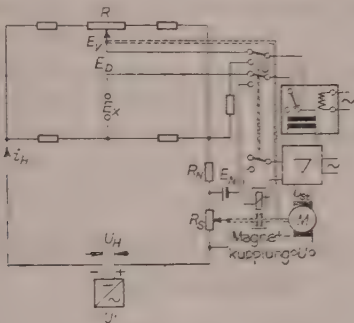
800 kVW 圧縮ガス
コンデンサの構造

最後に容量の経年変化であるが、過去数十年の製作および使用経験によっても、測定できるほどの容量の変化は生じていない。これを総合すると、圧縮ガスコンデンサの容量は、外部電界によって影響を受けず、電位の傾きが 210 kV/cm をこえないかぎり無損失であり、 $\pm 10^\circ\text{C}$ の温度上昇によっても容量の変化は 0.025% 以下である。また偏心による影響は無視できる。高圧波高値の測定には、圧縮ガスコンデンサ以外に低圧コンデンサおよび計器そのものが必要であるが、計器全般としては誤差 0.5% 以内で組み立てることができ、球ギャップにはるかにまさる。(近藤、大重 力)

3-247. 自動平衡電位差計の 補助電流の調整

H. Kaulfersch: Möglichkeiten der Hilfsstrom-Kontrolle bei selbstabgleichenden Kompensations-Messgeräten. [Arch. tech. Messen., Lief. 287, Dez., 1959, S. R 133~136]

記録計器に使われる自動平衡電位差計の補助電流源には乾電池のほか、磁気回路、電子管回路また近時はゼナーダイオード回路による安定電源などが使われるが、これらは長時間使用による電圧降下、あるいは電源電圧、温度の影響などによって、いずれも長時間使用のための定電流源としては不満がある。したがって、これらはなんらかの電流調整装置と併用しなければならない。



第 1 図

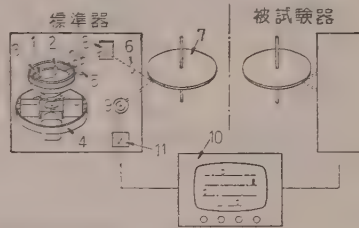
第 1 図に全自動平衡電位差計の原理を示す。平衡検出増幅部への入力回路は記録紙送り用電動機によって一定時間間隔で駆動する切換えスイッチ U を使い、測定回路と補助電流回路とに切り換える。補助電流調整には前記電動機と磁氣的に結合した可変抵抗器を備え、補助電流変化分による増幅部出力によって、結合用電磁石を励磁して自動的に調整させる。こうして、乾電池を電源とするととき普通 $1/2 \sim 1$ h 間隔、定電圧放電管式安定電源を使うときは $3 \sim 6$ h 間隔での調整によって、補助電流を目標値の $\pm 0.02\%$ 以内で自動的に一定に保ちうる。しかし、記録紙の送りが、たとえば 240 mm/h という速さで行われると、可変抵抗器の磁気結合による自動調整は困難で、手動調整によらなければならない。また、もし補助電流源が非常に安定ならば、調整は 1 週間に 1 回でもよいから、自動調整装置は全く不要になる。

(池田, 山崎 亨)

3-248. ストロボスコブ式および 光電式積算電力計調整装置

Klaus Engelbach: Stroboskopische und lichtelektrische Zähler-Einstellgeräte. [Arch. tech. Messen, Lief. 287, Dez., 1959, S. 261~264]

積算電力計の誤差調整法として、ストロボスコブによる方法と光電式による方法を概説し、マスターメータ法にくらべ調整時間が短く、特に光電式では精度が高いことを説明している。まずストロボスコブ法でその光源用周波数をうるのに次の三つの方法をあげている。すなわち (a) 標準積算電力計の回転円板から光電的にパルスを検出し増幅する方法、(b) 発振器を使用する方法、(c) 商用電源の周波数 50 c/s を利用する方法。このうち (a) は電源の変動の影響がないが複雑、(b)、(c) はともに調整試験中は電源を一定にする必要がある。(c) はもっとも簡単であるが、 50 c/s に限られているので、規格試験点を少しずらしちょうど 50 c/s の整数倍に相当した負荷点をあらかじめ計算して設定する必要がある。以上いずれもストロボスコブ式は、軽負荷調整の場合周波数が低いため、観測困難である。この欠点を除いたものが光電式 (ω 法とも



第 1 図

いう)である。これは第 1 図に示すように、同期電動機 4 で円筒スリット 3 を回転させて投射光を断続させるから、光電管 9 にはいる反射光は円筒スリットによる断続周波数だけ高い周波数になっている。したがって軽負荷の場合でも周波数が高く観測容易である。標準器と被試験器からの出力をテレビジョン用ブラウン管 10 に入れてパルスを観測し、それが静止したとき誤差零となる。

最後に上記の方法とマスターメータ法との能率を比較するため、10 個の積算電力計をそれぞれの方法で調整してみた結果、光電式による調整時間が次の割合で短縮された。

- | | |
|---------------------|-----|
| (1) 単相計器の組み立て後最初の調整 | 25% |
| (2) 三相計器の組み立て後最初の調整 | 60% |
| (3) 単相計器修理の場合の調整 | 10% |
| (4) 三相計器修理の場合の調整 | 30% |

(池田, 楠井昭二)

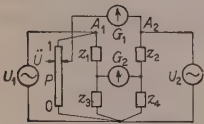
3 249. 過負荷範囲を補償する 交流補償回路

Reinhold Putz: Wechselstrom-Kompensationschaltungen mit weitem Belastungsreich. [Arch. tech. Messen, Lief. 288, Jan., 1960, S. 15~16]

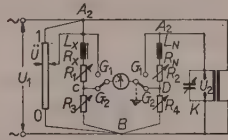
交流ブリッジでインピーダンスを測定する場合に、被測定インピーダンスが電圧依存性をもち、しかも、この電圧が高い場合がある。このような高圧を交流ブリッジに加えることは、ブリッジの辺の容量から、不可能なことが起る。このときには、第1図に示すように、ブリッジの辺 z_1+z_3 と z_2+z_4 に周波数および位相の等しい別々の電圧 U_1 , U_2 を印加する。高圧のほう (U_1 側) に分圧器 P を接続して、まず検電器 G_1 により、 U_1 と U_2 の比 \dot{U} を求め、ついで G_2 により、ブリッジの平衡を求めれば

$$\frac{z_3}{z_1+z_3} = \frac{\dot{U} z_4}{z_2+z_4}$$

であり、これから被測定インピーダンスを求めることができる。



第1図



第2図

実際のブリッジ回路の一例は、第2図に示すごとくで、異なる電圧 U_1 , U_2 を与えるためには、変圧器を用いる。

本論文では、さらにブリッジの平衡条件を求め、またベクトル図について述べてある。

(池田, 大藤高文)

3 250. 正確なベクトル電圧を つくる一方式

D. J. Collins & J. E. Smith: A System for Providing a Precise Vector Voltage. [Electronic Engng, Vol. 31, No. 381, Nov., 1959, p. 684~685]

ある基準電圧に対して振幅と位相が正確にわかった正弦波を必要とすることが多い。

振幅一定のまま位相を反転する増幅器と、位相を 90° 回転するミラー積分回路とを組み合わせ、 0° , 90° , 180° および 270° の位相をもつ振幅の等しい電圧を用意し、第1図のような抵抗移相回路で任意の 90° 違いの電圧 E および jE を加え合わせてその象限内のベクトル電圧 $E_0 = A \angle \phi$ を作るもので、得られる振幅 A および位相 ϕ は次式で与えられる。

$$A = R_3 \sqrt{R_1^2 + R_2^2} / (R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3)$$

$$\phi = \tan^{-1} R_1 / R_2$$

実際のセットは $1 \sim 1,000$ c/s 用で、発振器は出力 10 V 低ひずみ、位相反転増幅器は入力インピーダンス 10 k Ω 以上、位相誤差 0.1° 以下、いずれも出力インピーダンスは 10Ω 以下、積分回路は位相誤差 0.1° 以下、スポット周波数で動作し、回路中のコンデンサを同時に切り換えて、周波数を変えた場合振幅を一定に保つようにしている。このコンデンサが真空管の格子電流によって長時間には充電されドリフトを生じるので、これを避けるため放電スイッチを設けてある。象限選択器で目的の象限を選ぶには単に押ボタンによる。これはまた位相回路の R_1 および R_2 を適当に選んで 10° ステップとした回路と組み合わせされており、位相はデジタル表示される。移相器のあとに増幅段がある。この方式で位相の精度 0.2° , 振幅の精度 0.2% のベクトル電圧を得ることができる。

第1図

(池田, 菅野 允)

3-251. エポキシ鑄造樹脂の電氣的 特性を比較する一方法

D. H. Thompson: An Alternative Method for Comparing the Electrical Properties of Epoxy Casting Resins. [Electronic Engng, Vol. 31, No. 381, Nov., 1959, p. 686~687]

電子工学や電気工学でエポキシ樹脂を使う場合、特殊な電氣的性質はメーカーによって明らかにされていないことが多い。樹脂で回路を埋没する技術への応用では、樹脂、充てん剤、硬化剤の60もの組み合わせの中から適当なものを選ぶ必要がおこる。

測定は Q メータで行うとしてすみやかにデータを集めるために、標準の治具を使用する方法にとって代わる方法を述べる。それはトリマ空気コンデンサを供試樹脂で埋没して測定を行い、次の式で樹脂の電氣的特性を求めるものである。すなわち比誘電率 K は

$$K = C_2 / C_1$$

C_1 : 埋没前のトリマの容量, C_2 : 埋没後のトリマの容量。

また体積抵抗 $\rho_{dc}(\Omega m)$ は

$$\rho_{dc} = C_1 R / \epsilon_0$$

C_1 : 容量 (F) / R : トリマの抵抗値 (Ω), ϵ_0 : $1/36 \pi \times 10^{-9}$ (F/m)

で求まる。

実際にはリード線の長さを一定にし、表面の影響を避けるためにリード線はテフロン管を通して引き出

してある。硬化前 0.1 mmHg の真空であわを除去するなどの注意を払う。硬化の際のひずみにより K の値に誤差を生じることは、別の方法で 1~2% 以下なることを確かめた。

精度は誘電率では $\pm 5\%$ 、体積抵抗は $\pm 10\%$ にはいると思われる。 $-20 \sim +100^\circ\text{C}$ 、 $1.3 \times 10^3 \sim 5 \times 10^6 \text{ c/s}$ 間の測定例がある。得られた結果は治具を使う標準の測定法のもの一致した。この方法は、比較測定に重きをおくときは手数と時間を節約できる。

(池田, 菅野 允)

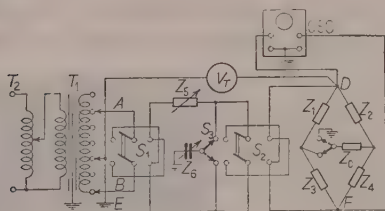
3-252. ワグナ接地および他の平衡 検出器容量の中和回路

H. H. Wolff: Wagner-Earth and Other Null Instrument Capacity Neutralizing Circuits. [Rev. sci. Instrum., Vol. 30, No. 12, Dec., 1959, p. 1116~1122]

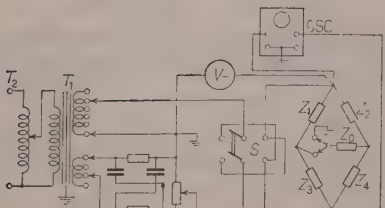
交流ブリッジの各部の対地容量の影響を平衡条件から除くためのワグナ接地回路は、過去 50 年間も使われてきているが、このことについては小川一清以来よく考えられたことがない。

まず、いずれの点も明確には接地しない 2 端子ブリッジ電源の大地に対する端子の電位を考え、これを接続した交流ブリッジにおいて対地容量の影響を避けるための条件を明らかにしている。これを満たす一方法にワグナ接地回路があるが、これには次の欠点がある。

(1) ワグナ接地回路は低インピーダンスなるほど理論的にはよいが、こうするとこの回路に大きな電流が流れ、電源が低電力の場合やブリッジに高圧を加えたい場合は、ひずみや熱損の点で困難が生じる。(2) 接地回路の素子の変化に対する平衡に達する経過は複雑



第 1 図



第 2 図

なので、この回路の平衡をとるのに時間がかかる。

これらの欠点は、ワグナ回路が電源に並列にはいるのに反し、電源と直列にインピーダンスをそう入する法、および電源の端子電圧と大地間のベクトル電圧を調整できるようなワグナ回路とは別な回路によって除くことができる。これらの回路はブリッジの一つの素子に加わる電圧を高くし、電源が接地回路によって不必要に負荷をになることを避けたい場合有効である。いくつかの基本回路と第 1 図および第 2 図に示す応用回路を示している。

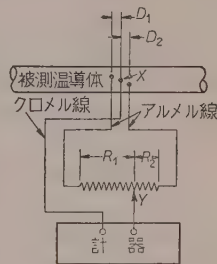
訳者注: 第 2 図と似たものに誘導電圧調整器と移相回路を用いた例もある。B. Berger: A Modified Bridge Earthing Device, J. sci. Instrum., 33, No. 5, 164 (1956)

(池田, 菅野 允)

3-253. 通電中の導体の表面温度の測定

Richard Dutton: Surface-Temperature Measurement of Current Carrying Objects. [I.S.A. J., Vol. 6, No. 12, Dec., 1959, p. 49~51]

直流を通電中の導体の表面温度の測定の一方法として、たとえばクロメル線を電流方向に等間隔ではさむ 2 本のアルメル線を導体にろう付けした熱電対が使われるが、この場合アルメル線を厳密にはクロメル線の中点にろう付けできず、また熱電対の特性が経年変化したとき、その補正も困難だった。第 1 図の回路はこれらの欠点を除去するために考えられた。すなわち、2 本のクロメル線に電位差計式分圧器を接続し、その出力端とアルメル線とを計器に接続する。こうすると、 $R_1/R_2 = D_1/D_2$ のとき、アルメル線のろう付け点 X と、分圧器の接点位置 Y の加熱電流による電位は



第 1 図

一致し、これに熱電対の起電力が重ね合わされる。この回路は大きさ一定の直流電流を正、逆 2 方向に流し、それぞれのときの計器の指示が一致するまで分圧比を調整して平衡させる。こうして温度計は電流の方向、大きさ、被測温度の影響もなく真の熱電対温度を指示する。

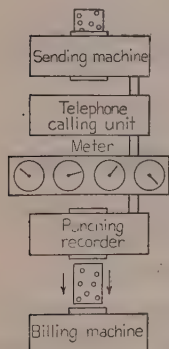
(池田, 山崎 亨)

3-254. 計器の自動検針

Curtis M. Cooper: Read Meters Automatically. [Elect. Wld, Vol. 152, No. 25, Dec. 21, 1959, p. 42]

既設の電話線を利用して各需用家の電気やガスの検針を自動的に行い、その測定データを直ちに中央に設けられてある計算機と会計機に伝送し、各需用家に対

する使用料金を算定しようとする、いわゆる計器自動検針についてそのアイデアならびに計画が述べられている。その方法はまず各需用家の姓、住所、電話番号、先月の検針した値などのはいつているパンチカードを準備しておき、それを第1図に示すような送信機に入れると、次の電話呼出し装置が動作する。もしラインが空いていれば需用家の計器に取り付けられている読取り機械を動作させ、読み取り値に対応した電気的パルスを中心の逆送し、歩進形のせん孔記録機などにデータを蓄積する。次いでその値を会計カードにパンチするわけである。以上の一連の動作が終わったら次の需用家に対して同一のことをくり返す。



第1図

需用家にある計器にはその指針軸と同心にワイパが設けられ、目盛板の各数字に相当した所に接点機構があって、測定するときはワイパが回転して数字に相当したインパルスを生じし、それを中央の計算機や会計機に伝送するようになっている。

ところでこのような電話線を利用した自動検針が一般の通話に対して妨害を与えてはならない。そのため通話ひん度のもっとも少ない夜中に行うようにし、自動呼出し装置の中には敏感な話中音検出器を設けて、話し中の場合は直ちにダイヤルをリセットするようにする。またもし自動検針中にその需用家で通話しようとして受話器をとった場合は、一般の場合と同じく話中音を聞くことができ、しばらく待って貰うことになる。一つの自動検針に要する時間は大体 10 s 以下である。現在計画されているものは 1 h あたり 300~360 個の計器自動検針で、自動化のための需用家における費用は約 5 ドル以下と予想されている。

(池田, 楠井昭二)

3.255. 照射の球ギャップ破壊電圧 におよぼす影響

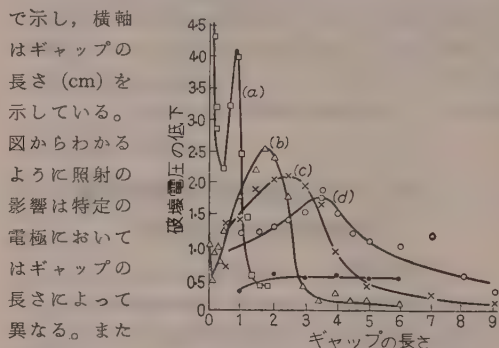
E. Kuffel: The Effect of Irradiation on the Breakdown Voltage of Sphere-Gaps in Air Under Direct and Alternating Voltages. [Proc. Instn Elect. Engrs, Vol. 106, Pt. C, No. 10, Sept., 1959, p. 133~139]

球ギャップの衝撃破壊電圧に対する放射能物質、水銀アーク、火花あるいはコロナなどによる照射の影響についてはすでに数々の研究が報告されている。しかし、球ギャップの直流および交流破壊電圧に対する照射の影響に関しては見るべきものが少ない。

本文では 2.0, 6.25, 12.5 cm 直径の球ギャップをラジウムで照射して球ギャップの主として直流破壊電

圧を求め、照射を行わない場合の球ギャップの破壊電圧と比較して、その結果について考察を行っている。

第1図は照射を行った場合、球ギャップの直流破壊電圧の低下を照射を行わない場合のそれと比較して示したものである。縦軸は、破壊電圧の低下を百分率値で示し、横軸



第1図 球ギャップの直流破壊電圧に照射のおよぼす影響

はギャップの長さ (cm) を示している。図からわかるように照射の影響は特定の電極においてはギャップの長さによって異なる。また球電極の直径によっても異なり、電極が小さいほど照射による破壊電圧の低下が著しい。また、図において特徴的なことはギャップの長さがある値に達すると、照射の効果をもっとも著しく現われ、さらにギャップの長さが長くなると、照射の影響は次第に低下し、一つの山が現われることである。ギャップの長さ 1 mm 以下において照射の影響が強く現われるのは、照射を行わない場合、破壊を引き起す電子が不足しているためである。したがって照射によって十分な電子が供給されると、破壊電圧の急激な低下が起る。次にギャップの長さ 1~5 mm においては照射の影響は 1 mm の場合より少ないが、ギャップの長さを次第に広げて行くと照射の影響は次第に強く現われ、一つの最大値を経過する。このようなギャップの長さの増加による照射効果の増大は空間電荷による電界の乱れから説明できる。一般に電流密度が 10^{-8} A/cm^2 に達すると、電界の乱れが生ずるといわれるが、照射を考慮して $i = i_0 E \int_0^d \alpha dx$ を計算すると第1表のようになる。ただし α は衝突電離係数、 d はギャップの長さである。この表からも明かなように、ギャップの長さが長くなるにしたがって電界の乱れは大きくなり、破壊電圧の低下が起る。ギャップの長さが、照射効果の最大値が現われる点をこえてさらに長くなると、

第1表 2.0 および 6.25 cm の球ギャップにおいて照射を行った場合の電流密度

直径 2.0 cm 球				直径 6.25 cm 球			
ギャップの長さ (cm)	$\int_0^d \alpha dx$	i (A/cm^2)		ギャップの長さ (cm)	$\int_0^d \alpha dx$	i (A/cm^2)	
0.4	8.0×10^5	4×10^{-8}		0.5	4.8×10^5	7.7×10^{-8}	
0.6	5.2×10^5	2.6×10^{-8}		1	2.9×10^7	4.7×10^{-8}	
0.8	1.8×10^5	9×10^{-4}		1.5	5.7×10^5	9.1×10^{-8}	
				1.75	3.9×10^5	6.3×10^{-4}	

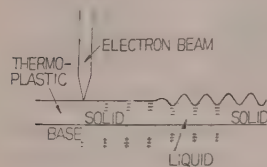
$\int_0^d \alpha dx$ はさらに増加することになり、これに伴って電界の乱れも大きくなるはずであるが、実際には照射の影響は小さくなっている。したがって、この場合には別の破壊機構を考えなければならない。

以上を総合すると、球ギャップが非常に短い場合において照射の影響はもっとも強く現われ、球ギャップが相当に長く、ギャップの破壊電圧が相当に高い場合においても照射の影響はかなり認められる。B.S.358において 50 kV 以下の球ギャップにおいて照射を行うべきことを規定しているが、これでは不十分で 70 kV の破壊電圧を有する球ギャップにおいても、なお照射の影響が認められる。(近藤, 大重 力)

4-256. 熱可塑性レコーディング

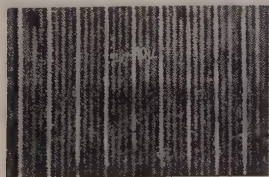
W. E. Glenn: Thermoplastic Recording.
[J. appl. Phys., Vol. 30, No. 12, Dec., 1959,
p. 1870~1873]

電気信号を記録するには、たとえば磁気テープなどが今日使われているが、ここでは熱可塑性テープを利用する試みが述べられる。第1図のように、融点の高いフィルムの上に、融点の低い可塑性の膜を薄くつける。このフィルムの上に電子銃からの電子線をたたき



第1図 装置の原理

描かれたテープを、次に可塑性の表面層の融点より高い温度に上げてやると、その局所的な電荷のために、電子のあるところだけ引張られてへこむことになる。この状態で再び冷却すれば、テープは信号に応じた起伏をもったまま固ま



第2図 記録の一例

もちろん、再び充分高い温度に上げれば、電荷が逃げるだけの伝導性が生ずるから、起伏は消えて再び新しい信号の記録に役立てることができる。

真空中で上の操作ができるテープレコーダが試作され、0.1 μ の真空度で充分な働きを示すことが確かめられた。

記録した信号の読み出しは、光学系を使って比較的簡単に行える。白黒の像を得るのは、いわゆるシュリ

ーレン法をもじったものと思えばよい。再び電気信号にもどすには光電変換装置を利用する。

このテープの記録からカラー像をとり出すことは容易にできる。これは位相回折格子の形で表面に起伏を作ると思えばよい。これはこの装置の特に興味ある点である。

信号を記録するのが電子線だから、光の波長よりも小さい波長の分解が可能ではあるけれども、実際には光学系の分解能で決められてしまう。

計算機への応用で面白いのは、デジタルな信号を2色の光源によって記録できることで、一方の色を“ON”他方を“OFF”に対応させる。

第2図の写真は、テープの上にて記録された線の例で、10 μ の精度が明りょうに示されている。

熱加工というと時間がかかったり、早い電気信号の記録に向かないような先入主観を持ちやすいが、この論文によると、なかなか面白い働きが将来に期待できそうである。(鳩山, 菊池 誠)

4-257. 一様に加速された多速度電子流中の雑音の伝搬

W. M. Mueller & M. R. Currie: Noise Propagation on Uniformly Accelerated Multivelocity Electron Beams. [J. appl. Phys., Vol. 30, No. 12, Dec., 1959, p. 1876~1880]

電子ビームの Noisiness は陰極近傍の電界分布を特殊な形にすることにより著しく減少し、実験的に雑音指数 2.9 dB のマイクロ波増幅管さえ得られている。

この実験に用いたビームは低速度領域が、(1/2 V 以下で、熱速度が平均速度に対し同程度ないしはそれ以上のもの) 通常の平行平板二極管にみられる Fry-Langmuir のポテンシャルにくらべて、著しく長いことが特長である。本論文はこのポテンシャルを距離に比例して増加するポテンシャルで近似して、Siegman, Watkins, Hsieh⁽¹⁾の用いたのと同様な密度関数法で多速度電子ビーム中の雑音の伝搬を計算した。

数値計算には IBM 704 を使用し、70 組の速度について遷移角 1/20 rad ごとの積分を行った。こうして雑音パラメータ S, π を規準化した距離、速度、周波数、直流ポテンシャルの関数として求めた。

その結果わかったことは、第一に多重速度電子ビームでは、加速の状態により Noisiness が著しく変わり、こう配のゆるやかさに応じて理論的には際限なく減少しうるようであり、また、あるこう配で加速されたビームの Noisiness は、ある位置で最小に達すると、以後はほぼ一定となることであり、第二に電流密度が同じであれば、周波数が高いほど Noisiness が減少するという従来の Fry-Langmuir の理論とは、正反對の結論が得られたことである。

要するに低速度領域で、充分ゆるやかにビームを加

速すれば、周波数が高くても電流密度をとくに高くしなくても、充分低雑音のマイクロ波増幅管ができることが予想されるが、これは定性的には実験とも一致している。

(池沢、伊藤猷順)

文 献

(1) Siegman, Watkins & Hsieh: J. appl. Phys. 28, 1138 (1957)

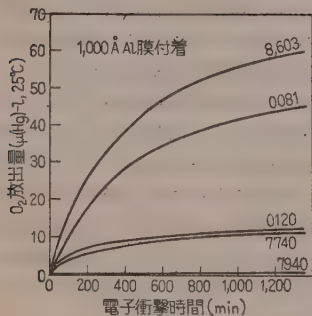
4・258. 電子衝撃による ガラスのガス放出

B. J. Todd, J. L. Lineweaver & J. T. Kerr:
Outgassing Caused by Electron Bombardment
of Glass. [J. appl. Phys., Vol. 31, No. 1,
Jan., 1960, p. 51~55]

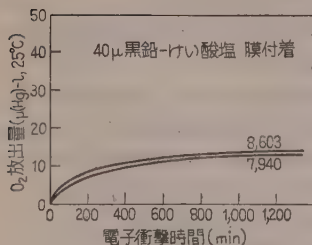
オキサイドカソードを使用している真空管にはガラスを非常に多く使用している。そのために、陰極の寿命を延ばすことに対するガラスの放出ガスの効果が問題になる。特に CRT では充分に加熱処理されたガラスが電子衝撃を受けた場合にどんなガスを放出するかということが問題になっている。この報告は、著者らが電子衝撃によるガラスのガス放出を研究するために使用した装置と、この装置による 5 種類のガラスのガス放出データをまとめたものである。

装置は、CRT を質量分析器の試料導入口に直結し、ガスを流すもので、20 keV の電子がガラス試料を衝撃している間のガス放出速度を連続的に測定できるようにしてある。

第 1 図は、ガラスの表面に厚さ 1,000 Å のアルミニウムを蒸着し、3×1/4 in のテレビジョンと同じラスタを 20 keV, 200 μA で描かせた場合に放出される酸素量を時間の関数として示したものである。ガラス試料は 5 種類(各曲線をコード番号で示してある)について行った。放出ガスの 95% 以上が酸素であった。この結果から、熔融石英の 7940 ガラスのガス放出がもっとも少なく、軟化点を下げるために軟化物を加えるとガス放出が増加することがわかる。第 2 図は、上記のアルミ



第 1 図



第 2 図

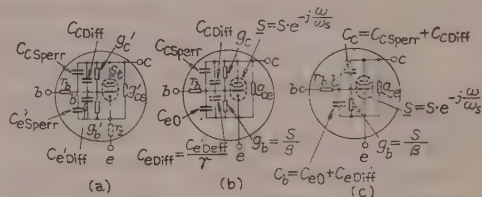
から、熔融石英の 7940 ガラスのガス放出がもっとも少なく、軟化点を下げるために軟化物を加えるとガス放出が増加することがわかる。第 2 図は、上記のアルミ

ニウム膜の代わりに、厚さ 40 μ の黒鉛-けい酸塩の導電膜をガラス表面に付着させ、同じ測定を行った結果である。第 1 図、第 2 図の 8603 ガラスの曲線からこの導電膜がシールド効果を持つことがわかる。また 7940 ガラスの曲線はこの導電膜が電子衝撃を受けた場合ガス源になることを示している。黒鉛-けい酸塩導電膜は電子衝撃を受けない場合は、酸素に対して非常にアクティブなゲッタとなるから、CRT 中では二重の働きをしていることになる。(池沢、黒岩 典)

4・259. 接合トランジスタの温度依存性 を考慮した簡単な等価回路

Joachim Winter: Über ein einfaches Ersatzschaltbild der Flächentransistoren unter Berücksichtigung der Temperaturabhängigkeit. [Frequenz, Bd. 13, Nr. 11, Nov., 1959, S. 351~359]

本論文は接合トランジスタの、とくに温度依存性を表わすことを主眼点として等価回路を導き、さらに動作点の温度に対する安定化について述べたものである。



第 1 図

等価回路としては、第 1 図に示すようなエミッタ障壁容量まで考慮した Giacoleto 流の等価回路がよく実験値と合うことを確かめ、さらに特性の温度変化を表わすために温度変換率 $D\theta$ (Temperaturdurchgriff) なる量を導入して、温度変化を等価的な電圧 (Temperaturspannung) として等価回路内に導入することを提案している。

また一般のエミッタ接地のトランジスタについて、周囲温度の変化に対する安定化法を示し、その安定化率も計算している。(柳井、菅野 卓雄)

4・260. バリヤーグリッド形蓄積管 の電話交換機への応用

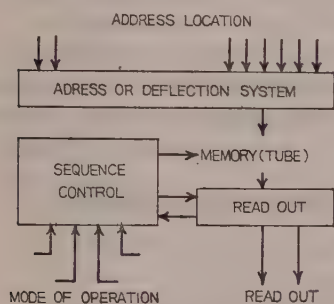
T. S. Greenwood: A Barrier-Grid Tube Memory. [Bell Lab. Record, Vol. 32, No. 12, Dec., 1959, p. 470~473]

電話の自動交換を行うには、多量の Information を蓄積することが必要である。これからの電話交換機の一形態として、バリヤーグリッド形 (Barrier-grid type) の蓄積管を用いた電話自動交換機を Bell 研究

所で試作した結果、非常に信頼度が高く、高速で、しかもコストの低いものが得られるみとおしを得たことが述べられている。

使用された蓄積管は信号変換形に属し、単電子銃、静電偏向であり、平衡記録、容量放電読取り方式で使用する。(訳者注: RCA 6499 Radechon に相当するものと思われる) 背面電極変調 (Back-plate modulation) で、1 画素ごとに 1 および 0 の Binary storage を行い、1 本の蓄積管の蓄積容量は 16,000 ビット [$\approx (125)^2$] である。コレクタから読取り電気信号を取り出す。偏向—記録—読み取りの各過程を 0.7 μ s で行い、三者をあわせた 1 サイクルが 2.5 μ s で終了するのが特長である。

装置の構成を第 1 図に示す。全装置は四つの部分に大別され、電源を含めて 2 本のラックに収められている。



第 1 図

“Address system” 部分は数本のリード線を通じて導入される Digital pulses を水平と垂直の偏向電圧に直す。(この電圧の精度はビーム径の 1/10 以下でなければならない) “Sequence control” 部分は上記の偏向—記録—読み取りの動作の際に、他の三つの部分の働きをデジタルパルスで制御する。他の二つの部分は、蓄積管およびその動作回路を含む “Memory” 部分と、読取り出力を増幅する “Read-out” 部分である。

蓄積管内に静電的に蓄積された信号がくずれるのを防ぐため、一定の間隔で “信号再生” を行い、蓄積信号を書き直すことが考慮されている。“信号再生” を行うための時間損失は 10% くらいである。

電話の交換では非常な高信頼度が要求されるが、上記方式で間違いの起る確率は 10^{10} 回に 1 回の割合である。それでも、動作速度が速いため、ほぼ 1 日に 1 回間違える可能性を生ずるので、実際には上記装置を 2 台装置して、互に間違いをチェックする仕組みとする。こうすれば、実際問題として間違いは皆無になると考えてよい。

(池沢、高山寿夫)

4・261. 超小形化への三つの方法

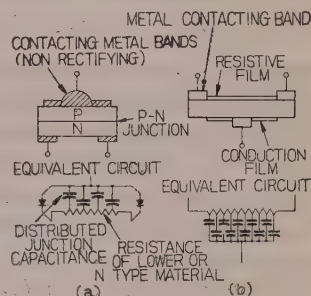
Robert Langbord: Three Approaches to Microminiaturization. [Electronics, Vol. 32, No. 50, Dec. 11, 1959, p. 49~52]

軍の後援のもとで超小形化がその部品の装着方法に

よって、三つの方向で進められている。すなわち A 形、B 形、C 形の三つで、A 形は 1 枚の薄板に単能の部品 (たとえば抵抗) を作り、これを集めて互に配線して回路を作る。B 形は 1 枚の薄板上に異なった機能の部品がたくさん置かれたものである。C 形は 1 枚の薄板上に互にはっきり区別できないような形で機能の異なる部品が作られている。

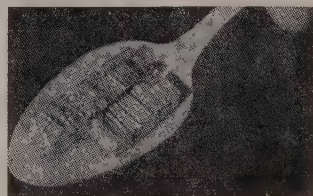
C 形 この形は小形化の極限と考えられ、その詰込み密度は 1 立方 ft あたり 百万個をこえ、さらに素子によっては 5 億個にまで達しよう。C 形の設計は半導体を用い、不純物を加えて絶縁物から導電体へ換えることである。

抵抗、コンデンサ、インダクタンスは個々に作られ線ではつなげられるというよりは抵抗からコンデンサへと望むとおりなめらかに変わる。第 1 図にその構成方法を示す。理論的にこの方法はもっとも進んでいてよいように見えるが、固体理論の発展に負うところが大きく、特に大きな欠点は温度、電圧係数を持つことである。



第 1 図 C 形による容量 (a) と抵抗容量 (b) の組合せ回路の細部と等価回路

B 形 この形は 1 枚の薄板上に抵抗、コンデンサなどのユニットをならべ、その接続に銅または銀を真空蒸着したものである。水晶、電池、チョークを除いて大部分の部品は薄膜にすることができる。抵抗は炭素、酸化すず、金属のフィルムで作られ、コンデンサは高誘電体のサンドウィッチで作り、ダイオードやトランジスタは薄膜に印刷することができる。この形の最大の問題は製品の歩留である。1 枚の板に乗せる部品数に対して歩留は幾何級数で減少し、4 個の部品で 6% になる。そして常に 99% でき上がったところで唯一のミスが生じ全くだめになるようだ。この過程を自動化することは容易であろうが、その前に個々の部品の信頼度を高めることが必要である。



第 2 図 はんだ付けまたは溶接した RCA のマイクロモジュール

A 形 もっとも古い形で、それぞれ一つの部品からなる薄板は、その縁で他の部品とはんだ付けまたは溶接して第 2 図のように組み立てる。この方法では各部

品の歩留が 50% であっても、完成品では 100% になしうる。

以上の三つの形はそれぞれ研究が進められている。A 形は現在のアナログまたはデジタル回路を直ちに小形化するのに用いることができる。しかし歩留の問題が解決されれば、B 形が用いられるようになるであろう。また C 形はデジタル回路に限り使用されるであろう。

(豊田, 中村俊彦)

4・262. 超小形化へのイギリスの歩み

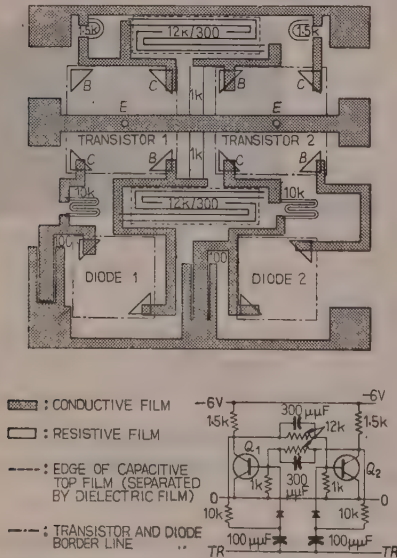
G. W. A. Dummer: British Approaches to Microminiaturization. [Electronics, Vol. 33, No. 1, Jan. 1, 1960, p. 71~75]

前掲の論文 [学界時報 4・261. (昭 35-6) Electronics, Vol. 32, No. 50, Dec. 11, p. 49 (1959)] でアメリカの研究が紹介されているが、これとほぼ同じ内容のイギリスの研究が紹介されている。

超小形化を進めるおもな理由は、形と重さの減少および信頼度の増大である。今日イギリスにおける電子装置の平均信頼度は大体 1,000 h あたり 1,000 個中 5 個の破壊である。軍用のミサイル、レーダなどではさらに多量に破壊する。超小形化には四つの方法がある。

(1) 1 個または数個の部品を持つ板を重ねて配線する方法で、アメリカにおいて RCA により軍の後援で行われている。このおもな利点は、組立前に部品を個々に試験できることである。

(2) 1 枚の板の上に抵抗その他を作り、トランジスタ、ダイオードを加えて一つの完成した回路を作る方法である。この方法で作った回路を第 1 図に示す。この抵抗は NiCr のフィルムを蒸着して作り 0.004 in



第 1 図 2 進カウンタの超小形回路 (1/2 in × 1/2 in)

まで細くすることができる。コンデンサは同様に蒸着によって作る。誘電体としては SiO₂, MgF₂ が低電圧動作用に作られた。電極はいろいろ試みられたが Al がもっともよい。導体は Cr および Ag を蒸着して作る。

(3) Si および Ge の結晶に不純物を加えて一部の伝導度を変え、P-N 接合により容量を作り能動、受動両素子を一つのブロックに作る方法である。

(4) フィルム形の部品を組立配線してサブミニアチュア管の中にハーメテックシールする。この形は他に比べて放射線の影響がもっとも少ない。

超小形の回路ブロックを接続する方法の一つとして、小形のラッピングが研究されている。この利点は一様に冷たい状態で行えることである。超小形化にはまず薄形の保護されたトランジスタを開発する必要がある。いろいろのレジンに埋込むことも研究されている。いまのところ 0.125 in の直径で 0.04 in の厚さのものが開発されている。

超小形化は今日のトランジスタ化された装置を大きさ、信頼度ともに 10 の係数で改良する。これらの技術が高次の信頼度を得る可能性を持っていることは疑いない。

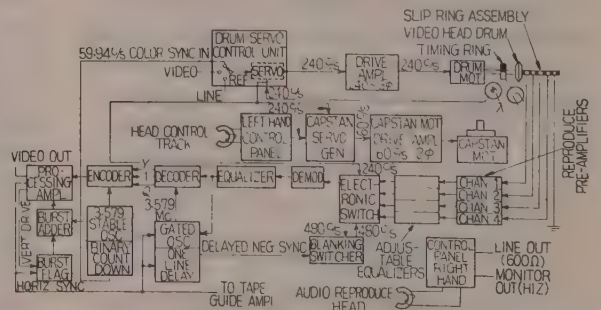
(豊田 中村俊彦)

4・263. 色彩テレビジョンの磁器録画

Joseph Roizen: Magnetic Recording of Color Television. [Electronics, Vol. 33, No. 1, Jan. 1, 1960, p. 76~79]

カラー磁気テープ録画再生方式の機械系によって生じる誤差は、時間軸修正回路を用いて補正され、色相が忠実に再現される。NTSC 信号の色は、3.58 Mc の副搬送波信号の位相で表わされ、この位相の約 5° つまり時間的に 0.004 µs の変化は、目で認められる。録画再生の双方の誤差を考えると、カラー録画に必要な安定度は、0.002 µs となる。これは現方式より 2 けたほど精度が高く、現在では、カラー磁気録画には、電子的な時間軸修正を必要とする。

第 1 図に再生系を示す。再生画の解像度と階調は、電子部分の周波数特性と直線性で決まり、安定度と映



ビデオヘッドドラムの 4 個のヘッドは、テープからビデオ信号を拾う。音声および制御ヘッドもテープから信号を拾う。ゲート発振器とフライング遅延は、カラーロックユニットを形成する。

第 1 図 再生系

像の形状は、主として機械部分に左右される。形状の変位をなくするには、録画および再生状態で機械的一様性を保たなければならない。ヘッドの 90° 間隔がずれると、画面に板すだれ形のひずみを生ずる。録画時と再生時のヘッドアセンブリの速度が異なると、画がひずむ。ヘッドドラムの平均回転速度は、サーボ系で正確に 240 c/s を保つが、瞬時角速度は狭い範囲内で変動し、時間軸変位誤差となって白黒テレビジョンでは目立たないが、再生カラー画像の色相に悪影響をおよぼす。これを避けるために、テープより再生されるバースト信号と完全に位相および周波数の一致する局部発振器を用いて、テープから得られるカラー信号と同じ時間変位誤差を有する 3.58 Mc を発生し、色度成分を復調する。この方式の限界は、局部発振器が二つの相反する機能を必要とすることにある。すなわち、この発振器はこれをトリガするバースト信号の周波数および位相に自由に追従し、かつこの基準信号が消えるやいなや、サンプリング期間の約 25 倍も長い残りの水平走査期間中、その周波数と位相を保持するに充分安定でなければならないことである。この限界を克服する一方法はパイロット搬送波によるものであるが、現在ではビデオ信号とのビートが問題である。

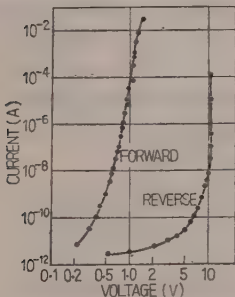
(中原, 荒木庸夫)

4-264. GaAs 拡散形ダイオード

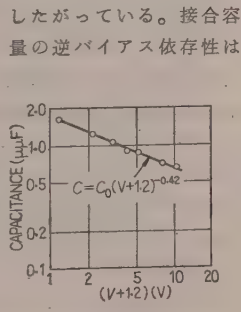
J. Lowen & R. H. Rediker: Gallium-Arsenide Diffused Diodes. [J. Electrochem. Soc., Vol. 107, No. 1, Jan., 1960, p. 26~29]

点接触形 GaAs のマイクロ波検波器についてはすでに報告されているが、⁽¹⁾本論文は GaAs の拡散形 P-N 接合の電気的特性について報告している。

<111>面の N 形 GaAs 単結晶を Clossd tube technique により、650~700°C の温度で Zn を 3~72 h にわたり拡散させて P-N 接合を形成し、N 形 GaAs へのオーミック接触は Sb-Au 合金を、また P 形へは In を用いている。この P-N 接合(接合面の直径 0.005 in)の整流特性を第 1 図に示す。逆方向電流は 5 V で 2×10^{-11} A 以下であり、2 V における整流比は 10^{10} である。また正方向は近似的に $I = I_0 \exp(qV/2kT)$ に



第 1 図



第 2 図

第 2 図に示すように $C \propto V^{-0.42}$ である。

この GaAs ダイオードは高温で使用可能はもちろん、可変リアクタンスダイオードとしてもすぐれた特性を有している。すなわち可変リアクタンスダイオードのシャ断周波数は、幾何学的形状および不純物濃度が等しい半導体同志を比較すると、そのシャ断周波数の比は

$$f_{c1}/f_{c2} = \frac{\mu_1 \epsilon_2}{\mu_2 \epsilon_1}$$

ここで μ : 多数キャリアの移動度, ϵ : その半導体の誘電率

で表わされる。

この式から明らかのように GaAs は Ge や Si にくらべ、 μ は大でかつ ϵ は小であるので、シャ断周波数は高く 2,800 Mc で動作し、またさらにキャリアの寿命時間が非常に小さいので、計算機用に用いた場合、そのスイッチ速度を限定する少数キャリアの蓄積が、Ge, Si にくらべ小さく、スイッチ時間 $10^{-9} \sim 10^{-10}$ s で動作したことが報告されている。(中野, 高橋 清)

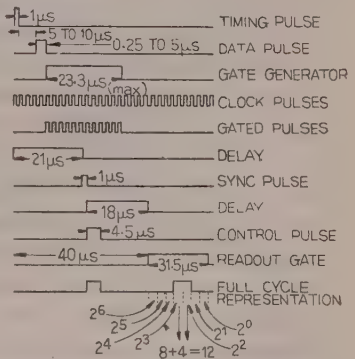
文 献

- (1) D. A. Jenney: Proc. Inst. Radio Engrs **46**, 717 (1958);
W. M. Sharpless: Bell. Syst. Tech. J. **38**, 259 (1959)

5-265. パルス波高の A-D 変換器

W. W. Grannemann, C. D. Longerot, R. D. Jones, D. Endsley, T. Summers, T. Lommason, A. Pope & D. Smith: Pulse-Height-to-Digital Signal Converter. [Electronics, Vol. 33, No. 2, Jan. 8, 1960, p. 58~60]

レーダにおける目標よりの反射波パルスの振幅をデジタル化して、以後のデータ処理を行うために開発され、トランジスタにより構成されたパルス波高値の A-D 変換ユニットについて述べている。変換器は 7 けたの 2 進計数器を中心に、クロックパルス発生器、ゲート回路、各種の遅延回路およびマトリクスなどから構成されている。入力にはタイミングパルスおよびレーダよりの反射波パルス(以下、データパルスと略す)を必要とし、出力には同期パルスおよび 7 デジットのデジタルパルスを得ている。ゆえにデジタル変換器の変換誤差は 1% 以内である。変換器各部の現象の時間的關係は第 1 図に示されている。また入出力の各パルスの諸



第 1 図 変換器の時間関係

元は次のごとくである。すなわちタイミングパルスは、幅 $1\mu\text{s}$ 、上昇時間、下降時間ともに $0.1\mu\text{s}$ 、振幅 15V データパルスは、幅 $0.25\sim 0.5\mu\text{s}$ 、上昇時間、下降時間ともに $0.08\mu\text{s}$ 、振幅 $0\sim 2\text{V}$ 、最高くり返し周波数 $13,000\text{pps}$ (訳者注: これは目標までの距離が 10km 程度の近距離レーダを考慮に入れている) であって、出力側では、同期パルスは幅 $1\mu\text{s}$ 、振幅 2V 、デジタルパルスは図のように $4.5\mu\text{s}$ を 1 デジットとし、振幅 2V である。変換の 1 サイクルはくり返し周波数が $13,000\text{pps}$ のとき $76.9\mu\text{s}$ になる。この変換器の所要時間は読出し時間を含めて $71.5\mu\text{s}$ に設計してある。

入力データパルスのデジタル変換はまず波高値→パルス幅変換を行い、次に得られた幅広パルスにより 7 けたの 2 進計数器の入力でクロックパルス (5.5Mc) を Gating している。この場合のゲートの幅はデータパルスの波高値を 2V とすると $23.3\mu\text{s}$ である。7 けたの 2 進計数器の各けたはすべて変成器トリガによるフリップフロップ回路を使用している。読出し回路は 8 パルス発生器、3 けたの 2 進計数器および And マトリクスから構成され、8 パルス発生器により、図のように読み取り期間に $4.5\mu\text{s}$ ごとに全部で 8 個のパルスを次段の計数器に加え、この計数器に接続された And マトリクスから 7 けたの計数器の内容を読み出している。出力回路の OR ゲートの 8 個の入力のうち 7 個は And マトリクスからであり、他の 1 個は制御パルス発生器から得ている。出力は図のように制御パルス (幅 $4.5\mu\text{s}$) とそれに $18\mu\text{s}$ 遅れて続く Serial 形式のデジタルパルスである。他の出力から得られる同期パルスは、表示用オシロスコープをトリガするために用いられる。

(豊田、伏田嘉郎)

6-266. A.E.G. 磁気増幅器特集号

[A.E.G. Mitt., 49, Jahrg., Heft. 8/9, Aug. /Sept., 1959, p. 329~450]

14 人の執筆者により磁気増幅器技術の基礎理論、構成要素、接続方式について平易に解説を行っている。その中で注目されるものとしては、過渡特性の算出方式として磁気増幅器を非線形要素を含む帰還回路と考えて、すべて構成図によって簡単に処理を行っている。自己帰還形に対しては、その定常特性より過渡特性を算出し、直列形は鉄心を理想的と考えて同様に計算を行っている。なお高入力インピーダンス回路はむだ時間の影響が著しいとして、その周波数特性の説明を行ったのち、時定数を含む帰還回路を付加した補償特性を有する増幅器の計算も同様の方式で処理できることを示している。

磁気増幅器の測定、検査法については、まず高透磁率鉄心の磁化条件として、鉄心の等価インダクタンス L と回路抵抗 R の比を順次変えて、電圧正弦波より電

流正弦波までの範囲の磁化条件に対する鉄心特性を詳しく測定して、 $5000Z$ および異方性けい素鋼について示している。 $\omega L/R \geq 10$ を電圧正弦波として、その場合の h_c と増幅器の制御幅が $5000Z$ については、比例することを多数の鉄心の測定結果より得ている。

次に、磁気増幅器の測定すべき特性として、短絡特性、負荷電圧対電流特性、制御特性、階段状入力に対する時定数、周波数特性、磁束変化対負荷電流特性をあげている。制御特性としては入力 A.T. 対負荷電圧特性のほか、その波形のひずみについて行い、また負荷が容量的、誘導的となったときの増幅特性を力率を変えて求めている。

入力 A.T. をパラメータとした負荷電流対ベクトルメータによって測定した磁束変化特性は、過渡状態の算定に対して有用である。

磁気増幅器の構成要素としての鉄心の形状とその見掛けの磁化特性について、トロイダル、EI 形、短冊形、UI 形、C 形の鉄心について比較を行い、またその継目の形状の影響も実験的に求め、さらにそれらを磁気増幅器として用いたときの増幅特性を比較している。

次にこれらの鉄心を用いて、磁気増幅器を製作する際の構造を示したのち、各形式の磁気増幅器に対する鉄心の形状、整流器、出力の関係を示している。

そのほか、一般的磁気増幅器の動作原理、増幅特性に対する整流器、および鉄心のヒステリシス曲線の影響、使用される鉄心の種類、磁気増幅器の接続方式、定電圧装置、可飽和リアクトルを用いた周波数変換装置などについても説明されている。

(池田、辻 三郎)

6-267. 発電機コイルの絶縁劣化判定

D. A. Findlay, R. G. Breraley & C. C. Louttit: The Internal Insulation of Generator Coils. [Elect. Engng, Vol. 78, No. 12, Dec., 1959, p. 1168; Pwr Apparatus and Syst., No. 42, June, 1959, p. 268~279]

現在発電機固定子コイルの絶縁については、その劣化状況を外部より検出する信頼しうる方法はない。

筆者らは種々の方法について検討していたが、使用年数 12 年、 $35,000\text{kVA}$ 、 13.2kV の水車発電機のコイル保護テープ巻き換えを利用し、コイル力率の電圧による変化 (以下 $\Delta \tan \delta$ と呼ぶ) を測定し、興味ある結果を得た。(訳者注: 発電機 1 台分のコイル数は 360 本で、並列 4 回路 Y 接続と推定される)

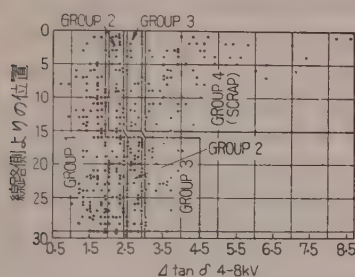
$\tan \delta$ の測定電圧は最高 12kV で、 $\Delta \tan \delta$ は $\tan \delta (8\text{kV}) - \tan \delta (4\text{kV})$ をとり、これが絶縁内部のボイドの程度を示すものと考えた。

一方、 $\Delta \tan \delta$ の大きさと実際の劣化程度を比較するため、コイル 62 個の絶縁を分解し、その劣化程度に

応じてコイルを4群に分類した。すなわち (a) Acceptable, (b) Poor, (c) Bad, (d) Terrible である。

この結果をコイルの使われていた位置と $\Delta \tan \delta$ でプロットしたところ、コイルの劣化にはその使用電圧がきわめて大きな要素であることが判明した。(c)と(d)に属するコイルは $\Delta \tan \delta$ が3%以上で、対地使用電圧が4kV以上であったものに限ることである。(訳者注: 本機は13.2kV Y接続で対地電圧は線路端コイルで7.62kV、中性点にもっとも近いコイルは254Vになる)

以上の事実に基づき、補修後再組み立ての際、全コイルを4群に分け、第1群は使用位置に制限させず、第2群は対地電圧5kV以下の中間部に使用すべきもの、第3群は2.3kV以下の中性点側に使用すべきものの、第4群は廃棄と区分して使用した。(第1図参照)



第1図 35 MVA 発電機コイルの $\Delta \tan \delta$ と位置による区分

このような $\Delta \tan \delta$ と使用電圧による劣化程度との関係は他の同様な機械のコイルでも使用年月に関係なく成立した。今後は異なる絶縁構成でも成立するかどうか、調査すべきであろう。

結論としては

(1) 直流電圧対メグ曲線による破壊電圧予想、直流放電電流測定法、イオン探針法などでは上記の(c)、(d)に属するコイルの10%以上を見落した。

(2) コイルの絶縁劣化判定法としては、 $\Delta \tan \delta$ と使用電圧による区分図で判定する方法がある。

(3) 全コイル中、半数の中性点側に使用したものは絶縁の内部破壊はみられず、コイルの劣化は熱や振動よりも線路側に近いための内部コロナのほうが大きな要素である。(相原)

6・268. 避雷器に対する進歩した規格制定方式

G. F. Lincks: Improved Standardization Procedure as Developed for Lightning Arresters. [Elect. Engng. Vol. 78, No. 12, Dec., 1959, p. 1169~1171]

避雷器関係のすべての委員会が機会均等に討議して

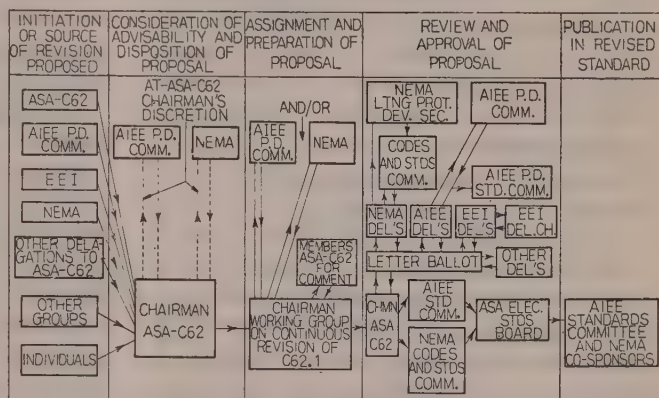
ASAC 62 を制定した。この結果いままで重複した分野でしばしば衝突してきた各規格が American Standard of Lightning Arresters に統一された。

いままで ASA 規格の制定にあたっては、そのつど委員会を召集し討議を行った。しかし避雷器はその進歩が急速なため規格が遅れがもになることと、NEMA などにおいて、別の避雷器規格を制定するため各方面で混乱した。

そこで ASA は、避雷器規格調査委員会を常置化するとともに、NEMA その他の委員会とその活動範囲の調整を行った。

かくして NEMA は ASA の規格制定に参加し、かつ、次の規格のみ独自で制定することとなった。

(1) 避雷器設計上の規格 すなわち製造者が避雷器を製造するために必要な規格の制定。



第1図 Flow chart

(2) 技術情報および適用の広報 ASA は第1図に示す方式により、あらゆる関係委員会の意見を聞き、これを ASA-C 62 の主査がまとめて、AIEE の Protective Devices Committee および NEMA に意見を聞き、その結論を C 62.1 に送付する。

ここで再び討議した後に NEMA および AIEE の委員会に裁決し、ASA の Electrical Standards Board の認可を得て発行する。

以上の方式により、現在まで各委員会が別々に制定していた規格が ASA に統一され、旅費、会合などのむだな費用が節減され、かつ規格上の混乱もなくなった。(相原、村野 稔)

6・269. アメリカにおける最近の磁器増幅器の研究

- [I] H.C. Bourne & J.T. Salihi: Analysis of Series-Connected Saturable Reactor with Capacitive Loading and Finite Control Resistance by Use of Difference Equations;
[II] P. R. Johannessen: Analysis of Magnetic Amplifiers Without Diodes.

〔Ⅲ〕 H. L. Goldstein: Observation of Transients in the Series-Connected Saturable Reactor with High-Impedance Control Source.

〔Ⅳ〕 D. Nitzan: Graphical Evaluation of Magnetic Amplifier Performance Bared on Constant-Voltage Reset Test.

〔Ⅴ〕 I. Johansen: The Winding Capacitances in Magnetic Amplifiers.

〔Ⅵ〕 H. W. Collins: Capacitively Coupled Magnetic Amplifiers.

〔Commun. and Electronics, No. 45, Nov., 1959, 〔Ⅰ〕 p. 461~471, 〔Ⅱ〕 p. 471~504, 〔Ⅲ〕 p. 521~526, 〔Ⅳ〕 p. 691~698, 〔Ⅴ〕 p. 702~707, 〔Ⅵ〕 p. 707~712〕

Bourne らは、直列形磁気増幅器の負荷回路に直列にコンデンサをそう入した場合の特異現象（与えられた入力に対して過去の履歴により2個または3個の出力を用いる。また適当な条件のもとでは、低い周波数で発振しうる）に対して実験を行い、さらに階差方程式を用いて解析を行った。

Johannesen は、磁気増幅器のすべての回路を統一的に表示するために1個の可飽和リアクトルをアドミタンス行列で表示することを提案している。これにより、まず単相、多相の可飽和リアクトルは、それぞれのリアクトルの行列と接続行列の積で示され、その定常特性、過渡特性を求めることが可能である。自己帰還形回路に対しては、組み合わせが面倒であるが、1個の可飽和リアクトルに直列に整流器を含む素子を基本行列と考えると、これらの組み合わせにより一般の磁気増幅器を表示している。

Goldstein は、高入力インピーダンスの直列形回路の負荷の急変に対して起りうる過渡状態について、詳細に実験を行っている。

Nitzan は、直流電圧リセットによる鉄心試験方式と、それより得られた曲線群より、実際の磁気増幅器特性を図的に算出することを提案している。

Johansen は、磁気増幅器巻線の静電容量が増幅特性におよぼす影響を実験的に求め、その容量が増幅度の減少、特性曲線の移動、不安定性を生ずることを示している。また巻線両端に集中定数の容量を並列に入れたものと、巻線自身の分布容量の差、入力巻線を2個の鉄心に共通に巻くことにより、分布容量の影響を少なくしうることを示している。

Collins は、低入力の電源周波数の交流増幅器として、高周波電源で駆動された多段接続の磁気増幅器を用いているが、その段間に磁気増幅器では通常用いない容量結合を用いて好結果を得ている。

(池田, 辻 三郎)

6-270. 出力 1 W の太陽電池

D.H. Smith: A One-Watt Solar Power Plant.

〔Commun. and Electronics, No. 45, Nov., 1959, p. 530~535〕

ベルの太陽電池が発明された後で、直ぐベル研究所では次のような二つの目的で開発計画が進められた。

(1) 装置の開発においては、いかにしてシリコンフォトダイオードを大量に製作し、いかにして太陽光を効率よく電気に変換するか、(2) システムの開発においては、いかにしてもっとも効率よく新しいフォトダイオードを使用し、いかにして電話用に実用するかという二つの主要な目的のもとに開発が進められた。この論文はその結果の一つの報告である。

太陽電池、ここではシリコンダイオードは負のドープをしたシリコンの単結晶から円形の Water 状に切り取ったものである。大体表面下 $1/10,000$ in の所に P-N 接合がある。

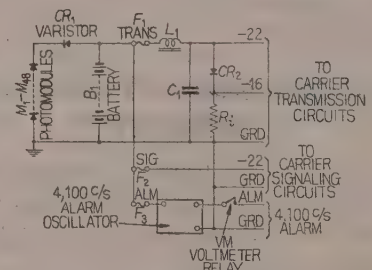
この直径 1 in のものを太陽光にさらすと、大体太陽熱の $1/2$ W がさえぎられる。

理論的にはその太陽熱の $1/5$ 、すなわち 100 mW が、ダイオードに接合された負荷抵抗に使用されるわけであるが、実際には 25 mW から 50 mW が、多くのダイオードから得られただけである。そしてさらにダイオード1個あたりの平均出力はこれ以下である。また一方シリコンフォトダイオードに照射する光の強度が変化すると、発生する $e \cdot m \cdot f$ も変化するから、負荷が、電池のようにエネルギー源を持つならば、発生する電圧が、電池の $e \cdot m \cdot f$ より下に落ちたとき、フォトダイオードを通しての放電を防止しなければならない。

ベル研究所における太陽電池用のダイオードとは大体 1 in の直径で、厚さが $4/100$ in のものである。このダイオードを太陽に照射したときの電圧は、開放端で大体 $1/2$ V で、短絡電流は大体 100 mA である。内部抵抗による電圧降下によって負荷の電圧は大体 $1/3$ V である。

次に出力が平均 1 W で、ピークでは 100 W を得るような装置が以下のような形で作られた。

まず9個のダイオードを Modul の形にし 105 個



第 1 図 太陽電池装置回路図

の Modul を 48 個ずつ 2 組にした出力装置を作った (残りの 9 個の Modul は予備である) 9 個のダイオードはファイバの板に定着され、プリント配線またはエッチングによって直列につながれた。この板は透明な Plexiglas の箱の中につるされ、光の屈折による損失を減らすために、この箱の中にはシリコンオイルが満たされた。

充分な太陽光の照射におけるテストでは、この Modul は大体 70 mA, 2.5 V を供給した。

この装置の電気的回路は第1図のようなものである。

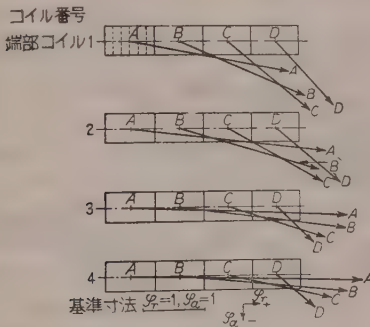
以上のほかこの論文においては、ダイオードの光の強度に対する出力の関係や、電圧-電流特性などのデータや、屋外にどのような方法で取り付けて実用化するかといったことに関して述べている。

(中原, 豊住隆造)

6-271. 変圧器巻線の短絡力の解析

Paul Ignácz: Bestimmung der Kurzschlußkräfte an Transformatorenwicklungen. [Elektrotech. Z. (E.T.Z.-A) 80. Jahrg., Heft 24, 11. Dez., 1959, S. 844~850]

変圧器が短絡したときに、巻線中の各コイルあるいは各ターンに働く電磁機械力の大きさと方向を、簡単に求めることができる実用的な方法が紹介されている。例によって巻線を厚さを無視した一定寸法の無限に長い真直ぐな 2 枚の板とみなすと、任意の点に作用する半径方向力 F_r および軸方向力 F_a はビオサバルの法則を用いて、 $F_r = C\varphi_r$, $F_a = C\varphi_a$ と表わされる。ここに C は巻線の電気的定数で定まる値であり、 φ_r および φ_a は巻線の幾何学的寸法比のみによって求まる値である。 $\varphi = \varphi_r + j\varphi_a$ は解析関数となるゆえ等角写像により、 φ_r および φ_a の値を直交する円群の「 φ 座標系」として表わすことができる。筆者の方法は、巻線高さを基準線としてこの「 φ 座標系」を大きく、かつこまかい間隔で描き、巻線各部の φ_r およ



この巻線は 97 個の盤状コイルよりなり、鉄心および隣接脚巻線の影響を考慮している。

第 1 図 三相変圧器の外側巻線端部の各コイルに作用する力のベクトル

び φ_a を図上で読みとって力の大きさと方向を計算するのである。鉄心脚、継鉄の影響は巻線の鏡像を用い、隣接脚の巻線とともに、それぞれ読みとられた φ_a および φ_r を表にまとめ、代数的に加え合わせるという方法で考慮されている。

巻線端部の力については特に詳細に検討し、たとえば第 1 図のように盤状コイルの各部に作用する力を求めている。このように力のベクトルは、わずかの位置の違いで大きさのみならず方向も著しく異なっている。変圧器に短絡が生じた場合、隣接するターンやコイル間にずれや、ねじれが生じるのである。力の方向の変化は巻線端で特に著しく、縁から巻線長の約 1/10 もはいるとほとんど一定で半径方向となる。これらの事実は短絡に際し、もっとも危険なのは巻線端部であり、力はコイルごとに決定されなければならないという立場を強調するものである。

計算結果は、M. Waters が漏れ磁束の測定から求めた力の実測値とよく一致すると結んでいる。

(清水, 大久保善文)

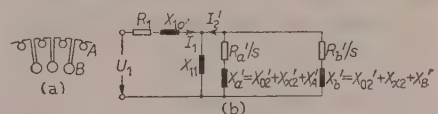
6-272. 二重スロットかご形およびその類似構造の誘導電動機の起動トルクと起動電流

Herbert Weh: Anzugsmoment und Anzugsstrom von Asynchronmaschinen mit Doppelnutläufern und verwandten Läuferarten. [Elektrotech. Z. (E.T.Z.-A), 80. Jahrg., Heft 24, 11. Dez., 1959, S. 855~860]

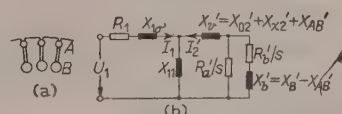
二重かご形電動機の等価回路は第 1 図 (a)、第 2 図 (a) のようなスロットについてそれぞれ第 1 図 (b)、第 2 図 (b) に示したように与えられるが、これらの等価回路の一次に漏れ係数を用いて換算し、二次回路の合成インピーダンスを R_{p1} , X_{p1} とすると、第 3 図の単一な等価回路が得られる。いま二重かご形についてのよく用いられるインピーダンス比を次のように定める。

$$u = \frac{X_a}{X_b}, v = \frac{X_b}{R_a + R_b}, w = \frac{R_a}{R_a + R_b}$$

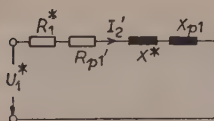
ここで、添字 a, b は、それぞれ上バー、下バーを表わす。



第 1 図



第 2 図



第 3 図

これを用いると二次回路のインピーダンスとして、 R_a に u , v , w の関数を乗じたものとして得ることができる。したがって、これを用いて一次回路をある一定の設計としたときに、起動トルクを最大とすべき u , v , w の値や、起動電流を最少とすべき値を得る u , v , w の値を得ることができる。すなわち、定格トルクと起動トルクの比は

$$\frac{M_a}{M_N} = C_m \mu = \frac{2q \frac{C_r}{c\sqrt{1+r^2}}}{1 + 2q \frac{C_r r + cX}{c\sqrt{1+r^2}} + q^2} C_m$$

$$\text{ここで } C_m = 1.5 \frac{U_1^* (1 - s_m)}{N N X^*},$$

$$c = \sqrt{C_r^2 + c_x^2} = f(u, v, w), \quad g = \frac{R_{ac}}{X^* \sqrt{1+r^2}}$$

$$\text{また電流比は } I_a = C_i y = C_i \frac{1}{\sqrt{1 + 2q \frac{C_r r + c_x}{c\sqrt{1+r^2}} + q^2}}$$

$$\text{ここで } C_i = \frac{U_1^*}{X^* I_N \sqrt{1+r^2}}$$

この関係を種々の起動トルクおよび電流に対し、計算して図示してあるため、設計にあたってある最適の一次仕様に対して、もっとも利用率のよい二次回路の設計の目安を得ることが可能となる。

(清水, 子安英次)

6-273. 特殊の運転条件におけるタービン発電機の動作

T. H. Mason, P. D. Aylett. & F. H. Birch:
Turbo-Generator Performance Under Exceptional Operating Conditions. [Proc. Instn. Elect. Engrs, Vol. 106, Pt. A, No. 29, Oct., 1959, p. 357~380]

イギリス Stella North 発電所の 60 MW 水素冷却タービン発電機を実系統にて特殊の運転状態におき発電機および AVR の動作を調べる一連の試験を実施した。試験の項目は下記のように多種であるが、ことに AVR については不使用の場合、不感帯を有する抵抗器の場合および速応式連続制御形の場合の 3 者につき、動作の比較が行われている。

(1) 不足励磁試験 手動励磁および上記 2 種類

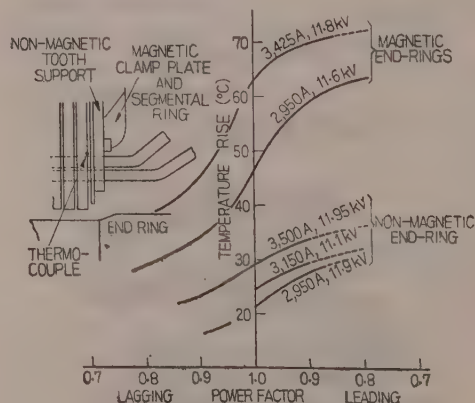
第 1 表 Stability-Limit Readings

Generator	Excitation control	Stator terminal readings						Rotor Current
		Voltage (kV)	Current (A)	Power (MW)	Reactive Power (leading)	Power factor (leading)	Rotor angle (deg)	
60 MW at Stella North S.C.R., 0.59	Hand	11.54	2,180	14	41	0.32	92	105
	N	11.28	2,330	16	42.2	0.35	97	128
	Hand	11.83	2,310	31	34.5	0.67	72	225
	N	—	2,450	"	36.7	0.64	79	220
	C	10.83	4,120	29	69.9	0.38	138	275
	C	10.6	4,800	46.4	74.8	0.53	128	426
	Hand	11.73	3,600	61.4	38.4	0.85	78	420
	N	11.6	4,020	60.2	52.5	0.75	95	"
	C	10.2	5,600	59.6	80.4	0.59	131	580
100 MW, 13.8 kV S.C.R., 0.58	C	11.6	—	108	117~123	0.67	—	650~670
60 MW, 11.8 kV S.C.R., 0.63	Alternative C	10.25	4,850	49.2	73.6	0.55	129	305
30 MW, 110 kV S.C.R., 0.52	Alternative C	H. V. Busbar readings						235
		33	750	28.7	29.7	0.695	105	

N: Normally inactive regulator, C: Continuously acting regulator.

の AVR 励磁における安定度を試験しており、第 1 表にその結果を示す。この試験と同時に進み無効電力制限装置の動作特性を試験している。また安定限界による運転制限のほかに、電機子端部鉄心過熱による運転制限を確かめるために、15 個の熱電堆をあらかじめ発電機中に装備して、進み力率運転中の温度上昇を記録している。第 1 図は運転力率と電機子端部鉄心の温度上昇の関係を示す実測値の一例である。この試験の結論としては、連続形 AVR を使用すれば、現在の短絡比はもっと小さくしてもさしつかえないのではないかと述べている。

(2) 非同期運転試験 力率 1.0 の一定負荷で運転している発電機の界磁を開路して試験をしている。同期はずれとなった場合蒸気入力に急激に減少しないと、電機子は過電流になり発電機はしゃ断されるが、調速機などの動作で負荷が 50% 程度に急激に減少すれば、発電機をしゃ断する必要はなく、運転員は励磁を回復し、再び同期に引き入れることができる。電機子電流が定格値をこえないうちに蒸気入力に減少できれば、非同期運転はさしつかえないが、この場合系統に



第 1 図

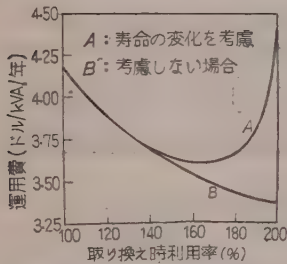
対する発電機容量が大きい場合などには、さらに検討が必要である。

(3) 自己同期試験 発電機を $-2.8 \sim 0.77\%$ 程度のすべりで運転し主し断器を投入し、 $4 \sim 17$ s の後に界磁開閉器を投入して試験を行った。試験の結果は昇圧変圧器を有する発電機に対しては自己同期 (Self synchronizing) は实际的に有効な手段であることが実証された。殊に緊急に発電機を系統に入れる場合などには有効である。しかし、この場合端部巻線 (Endwinding) の絶縁が次第に損傷されるだろうから、並入回数を記録し、定期的に点検することが必要であろうと述べている。(相原, 小林 恂)

7-274. 配電用変圧器運用の経済分析

C. F. Mitchell, J. O. Sweeny & J. L. Cantwell: An Economic Analysis of Distribution Transformer Application. [Pwr Apparatus and Syst., No. 45, Dec., 1959, p. 1196~1201]

変圧器の寿命はその Loading によって影響されるが、従来あまり解析されていないようである。厳密には毎日の負荷曲線、ならびに年間の負荷変動を基礎として考慮すべきであるが、本文 (著者らは Commonwealth Edison Co. ならびに Gen. Elect 社の人よりなる) では Arrhenius の法則に基づき、さらにいくつかの仮定をし、寿命の変化を、年間負荷増加率 R 、変圧器



第 1 図 寿命を考慮した場合との運用費の比較

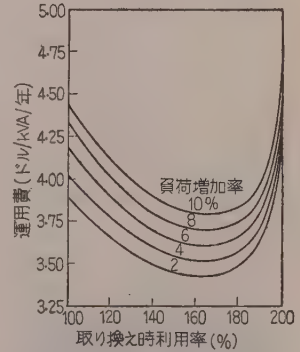
器取り換え時の利用率 S 、定格負荷における銅損と鉄損の比 Q の関数によって、仮定した変圧器の寿命に対する相対変化率として表わした。結局、取り換え時利用率 S と負荷増加率 R によって寿命が短縮または延長するので、それにしたがって償却率を変え、運用費に寿命の変化を加味している。これによって、第 1 図のごとく寿命の変化を考慮しない場合の最適取り換え時利用率は 200% 以上の点にあったものが、考慮した場合はこれより相当低い値 (160~170%) が得られた。

運用費は kVA あたりの年経費で表わし、固定費 A_f 、取り換えによる費用 A_n 、変動費用 A_u の三つからなる。固定費としては変圧器費用、同保守費、鉄損による kWh 損と kW 損、開閉器無しコンデンサ費用を、取り換え費用としては、取り換え工事費と取り換え方による寿命を考慮した費用を、変動費としては、銅損による kWh 損と kW 損、ならびに開閉器付コンデンサ費用を加算した。ここで鉄損の kWh 単価を

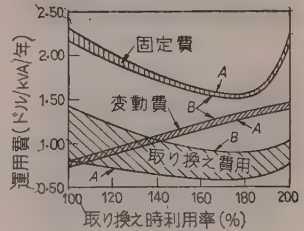
銅損の半額とし、損失係数を 15% として IBM 650 によって計算を行った。変圧器容量は最初は 10 kVA とし、15, 25, 37.5, 50, 75, 100 kVA の 6 とおり、負荷増加率は 2, 4, 6, 8, 10% の 5 とおり、取り換え法としては、標準容量の次のものに順に移行する場合 (10→15→25 kVA...) と一つ飛びに移行する場合 (10→25→50 kVA...) の二とおりをパラメータとしている。第 2 図は順次移行する場合で R をパラメータとして全変圧器容費に対する平均値を示すが、 R に無関係に取り換え時利用率が 160~170% の所で運用費が最小となっている。

また R が小さいほど費用も安い。これは、それだけ取り換え回数が少なくてすむからである。第 3 図はこの場合の費用を三つの要素に分けたもので、 R によって取り換え費用が著しく影響を受けることがわかる。また R が 5% (4% と 6% の値の平均) のときの各容量別運用費を示すと、第 4 図のごとくで、当然のことながら大容量ほど運用費は安くなっている。ここで 50 kVA と 100 kVA では最小点が利用率の小さい所にあるが、これは標準寸法の容量差が一樣でなく、この両者では前段寸法より 33% しか大きくないからである。

変圧器寸法を一つ飛びに移行する場合も、(図は示さないが) ほぼ同様の傾向を示すが、 R の相違による運用費の開きは多少せばまり、最適利用率も 180% 付近に増加する。最小運用費は R が 2% では相違はほとんどないが、 R が 10% ではこの取り換え法のほうが安くなっている。

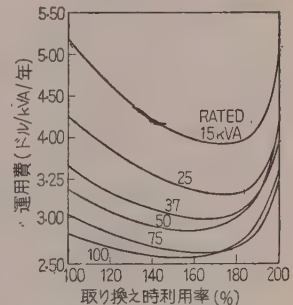


第 2 図 順次取り換えの場合の運用費 (各寸法の平均値)



A: R が 2%, B: R が 10%

第 3 図 運用費の内容



第 4 図 各寸法の運用費

の傾向を示すが、 R の相違による運用費の開きは多少せばまり、最適利用率も 180% 付近に増加する。最小運用費は R が 2% では相違はほとんどないが、 R が 10% ではこの取り換え法のほうが安くなっている。

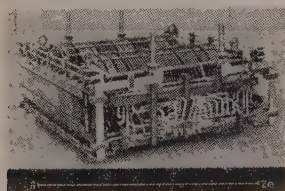
る。ただし費用の要素については、変動費は安くなるが固定費はかえって高くなっており、取り換え費用は R が 2% では同じで、 R が 10% では安くなっている。(永村, 若松清司)

9-275. 交流電車の新しい 高圧制御装置

K. W. Seibert: Neue Ausführungen bei Steuerungen von Wechselstromtriebwagen. [Elekt. Bahnen, 30. Jahrg., Heft 11, Nov., 1959, S. 241~245]

オーストリア国鉄の交流電車に新しい高圧制御装置が採用され好結果を得ている。この装置は 313kW の主電動機 4 個に対するもので、主変圧器の連続容量は 1,030 kVA, 主変圧器と高圧タップ切換え装置とは一体となって床下に納められている。

主変圧器 (第 1 図) の構造は高さを節約するために横形の 3 脚鉄心とし、中央の脚に固定比の巻線を、外側の脚の一方にタップ付巻線を有しており、これらの



第 1 図



第 2 図

巻線は機関車で用いられた同心巻線の代わりに交互配置巻線を用いている。また固定比およびタップ付各巻線の一次巻数を適当に選んで、第三の脚の鉄心断面積を小さくしている。タップ制御装置 (第 2 図) は変圧器の各タップに接続された油中のタップ選択器と、その上に設けられた負荷開閉器とからなっている。タップ選択器は一平面上にならんだ固定接点とねじ棒によって案内されるローラ接点によって構成される機関車で、広く使われている構造である。負荷開閉器はばねの力によって跳躍運動をする方式のもので、駆動装置に無関係に一定の開閉速度を得られる特徴があり、特別な消弧装置なしで最初の半サイクルで電流をシャ断することができるから、接点の消耗はきわめて少ない。このタップ制御装置の駆動部分の制御には磁気増幅器が使用され、いわゆる無接点構造となっているので、この部分でも保守の手数が節約される。

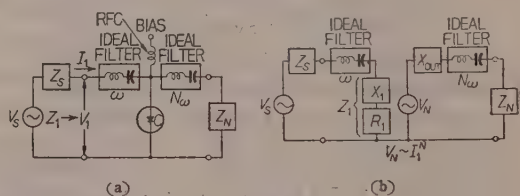
この高圧制御装置は、オーストリア国鉄の 4 両単位編成の電車にすでに 1 年以上使用されているが、接点の寿命は、従来の低圧制御装置のものにくらべてはるかに長く、すでに 200 万回以上の開閉を行っているが、接点の取り換えはまだ一度も行っていない。

(清水, 平本順三郎)

10-276. 非直線容量による周波数 逡倍——回路解析

D. B. Leeson & S. Weinreb: Frequency Multiplication with Nonlinear Capacitors—A Circuit Analysis. [Proc. Inst. Radio Engrs, Vol. 47, No. 12, Dec., 1959, p. 2076~2084]

本論文は非直線容量を用いた周波数逡倍について、2 種類の回路を想定し、小信号の仮定のもとに回路方程式を解き、特に非直線容量として半導体ダイオードを使用した場合について、ダイオードの入力インピーダンスを求めて逡倍器の設計基準を与え、さらに損失のある場合について簡単な検討を行っている。



第 1 図

たとえば、第 1 図 (a) の回路は (b) のモデルで考えられる。さらに

$$V(q) = V_0[1 + \beta_1 q + \beta_2 q^2 + \dots]$$

$$C(V) = dQ/dV = C/(V + \phi)^r$$

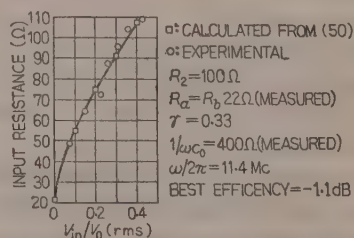
$$\beta_k = \frac{1}{k!} \left\{ \left[\left(\frac{1}{1-\gamma} \right) \right] \left[\left(\frac{1}{1-\gamma} \right) - 1 \right] \dots \right. \\ \left. \dots \left[\left(\frac{1}{1-\gamma} \right) - k + 1 \right] \right\}$$

なる関係があり、ダイオードの入力インピーダンス (Z_1) は、

$$Z_1 = \frac{1}{\omega C_0} \frac{N \beta_N^2 (1-\gamma)^{2N}}{2^{2N-2}} \left(\frac{I_{in}}{\omega C_0 V_0} \right)^{2N-2} \\ \times \left\{ \frac{N \omega C_0 R_N}{(N \omega C_0 R_N)^2 + (1 - N \omega C_0 x_N)^2} \right\} - j \frac{1}{\omega C_0}$$

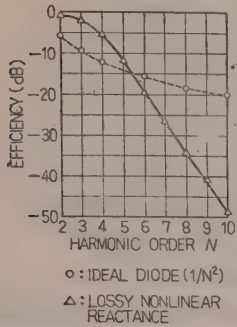
で与えられる。上式の抵抗分 R_1 については、実験もなされ、計算値とよく一致している。(第 2 図参照)

第 1 図の回路での逡倍の効率を高めるためには、まず R_1 , R_N を回路損より大きくとる必要がある。 R_N を大きくするためには、入力信号を大きくとり、出力



第 2 図

回路を共振させるのが望ましく、また β_N を大きくと



第 3 図

らなければならない。したがって、ある通倍数(N)に対し、 β_N を最大にする γ が与えられることになる。一般に N が大になると、 R_1 を大きくするのが困難となる。

入、出力回路が共振状態の場合の効率の計算値を第 3 図に示す。

(柳井, 佐々木 元)

10・277. ら線にした内部導体の

同軸形共振器

W. W. Macalpine & R. O. Schildknecht:
 Coaxial Resonators with Helical Inner Conductor [Proc. Inst. Radio Engrs, Vol. 47, No. 12, Dec., 1959, p. 2099~2105]

同軸形共振器に対応して内部導体をら線にすることにより HF および VHF 帯で数千という Q を持ち、比較的体積の小さい共振器を実現しうる。またさらに UHF 帯にまでも拡張しうる。

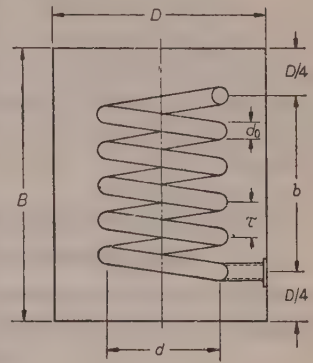
体積に関しては第 1 表に示すように、同軸形が細長くなるに対し直径と長さに大差がない。

第 1 表

	$f_0 = 10 \text{ Mc}, Q = 1,000$	$f_0 = 2,000 \text{ Mc}, Q = 200$
TEM 状態同軸形	3 in $\phi \times 25$ in	1/20 in $\phi \times 1.5$ in
ら 線 形	6 in $\phi \times 8$ in	1/10 in $\phi \times 1/8$ in

第 1 図はら線形共振器の構造を示し、下端はしゃへい壁に短絡され、上端は開放されている。

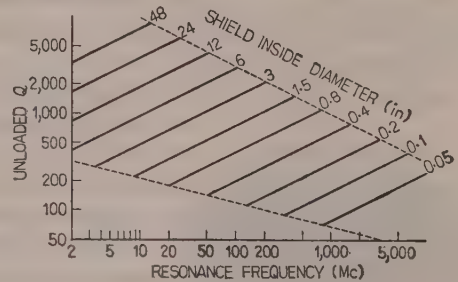
第 2 図は周波数と無負荷 Q の関係を示し、上側点線以上では、すなわち、高 Q 、より高い周波数では従来の同軸形がすぐれ、また下側点線以下では集中定数素子による共振器のほうがすぐれ、この間でら線形の特長の現われる範囲が存在する。また



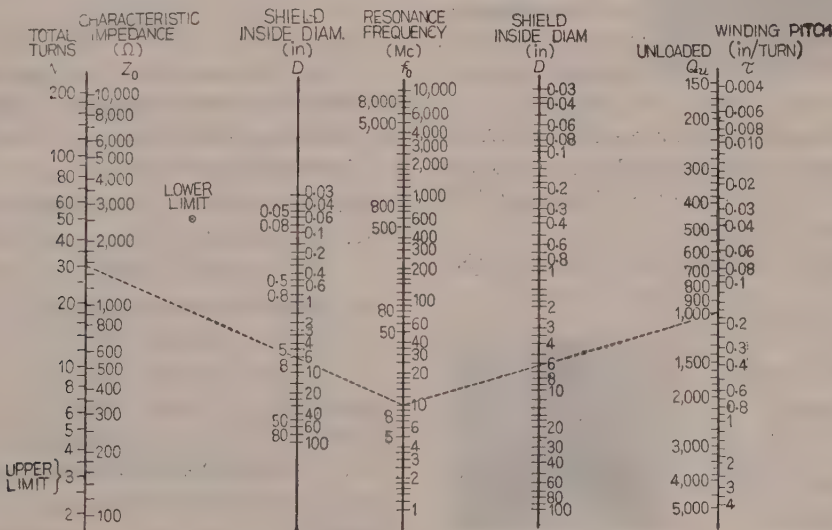
第 1 図

た前者については体積とら線巻数に関連して、後者については表皮効果に関連して、より望ましい判定基準を導いている。

第 3 図に示す設計チャートは次に示す適当な設計範囲で使用される。



第 2 図



第 3 図

$$\begin{aligned}
 0.45 < d/D < 0.6 \quad b/d > 1.0 \\
 0.4 < d_0/\tau < 0.6 \quad \text{at } b/d = 1.5 \\
 0.5 < d_0/\tau < 0.7 \quad \text{at } b/d = 4.0 \\
 d_0 > 5\delta \quad (\delta = \text{skin depth})
 \end{aligned}$$

実験と理論の照合は良好で、また第3図の基礎となる設計理論は軸方向単位の長さあたりの L, C を求め、ら線の共振電気長がコイル自身の C と端効果で $1/4$ 波長より $5 \sim 7\%$ 短くなることを考慮して導いているが、詳細は省略する。

無負荷 Q_u に関しては前記設計範囲内で

$$Q_u = 50 (\text{Volume 単位 in})^{1/3} f_0^{1/2}$$

の式が誘導され、そのほか周波数, Q , 体積, 開放端電圧, 温度上昇, 電力定格の間の関係式をも導いている。

(柳井, 池田謙一)

10-278. 新しいマイクロ波 サーキュレータ

H. N. Chait & T. R. Curry: New Microwave Circulators. [Electronics, Vol. 32, No. 51, Dec. 18, 1959, p. 81~83]

紹介されたサーキュレータは第1図のように3端子対となる導波管を H 面において対称 Y 形として構成したものである。

導波管の中心軸に対して左右での偏波は一般におおの正, 負だ円偏波となっているので, 分岐中心部に

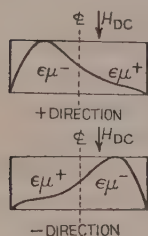


第1図

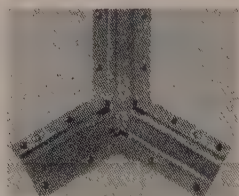
フェライト柱をそう入したとき, 界分布は対応する透磁率により進行方向にしたがって第2図のようになり, フェライトと印加磁界の大きさを分岐領域での反射が, 非結合端子への進行波を相殺するよ

うに調節すれば, 循環動作が得られる。 $0.4 \text{ in} \times 0.9 \text{ in}$ 導波管を用い直径 0.35 in のフェライト柱による実験結果は印加磁界 120 Oe , $9,375 \text{ Mc}$ を中心とする 50 Mc 帯域で, そう入損 0.5 dB 以下, 非結合度 30 dB 以上である。

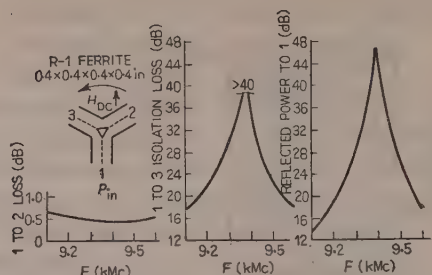
また第3図に示すように管壁にフェライト板を張り



第2図



第3図



第4図

つけることによって循環動作を実現でき, 理論的にも推奨しうるものである。フェライトの体積が大きくなるため, 損失, 反射が大であったが, フェライト材質, 整合法の研究により改良しうるであろうことを記している。

さらにくさび形フェライトを用いた実験結果を第4図に示す。印加直流磁界 189 Oe , 周波数帯 $9,200 \sim 9,500 \text{ Mc}$ でそう入損 0.75 dB 以下, 反射および非結合度 20 dB 以上となっている。大電力用としては, ピーク電力 50 kW まで動作しうることを示した。

この形のサーキュレータはファラデー回転形, 電界偏移形にくらべ帯域は狭いが, 印加磁界が小さく小形軽量であるので空中線や高速度スイッチの分野で有用である。また同じ動作原理によるT形に対しては, 帯域整合, 電力すべての点ですぐれていると記している。

訳者注: 下記に関連文献を示す。

- (1) E. Swanson & G. J. Wheeler: Wescon Conv. Rec. (1958-8)
- (2) H. N. Chait & T. R. Curry: J. appl. Phys. **30**, 152 (1959)
- (3) S. Yoshida: Proc. Inst. Radio Engrs **47**, 1150; **47**, 2017; **47**, 2018 (1959), 他

(柳井, 池田謙一)

11-279. 絶縁劣化計算法

L. C. Whitman, W. W. Whitman: Mathematics of Insulation-Aging Calculations. [Commun. and Electronics, No. 44, Sept., 1959, p. 308~318]

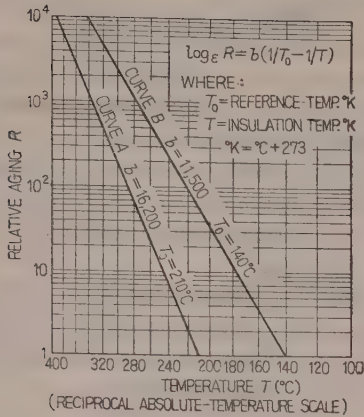
変圧器, 電動機, ケーブルなどの電気装置の過渡的温度は, 温度上昇の場合かなり正確に次式で示される。

$$T = T_0' + A(1 - e^{-\alpha t}) \quad (1)$$

また冷却部分は次式で表わされる。

$$\begin{aligned}
 T &= T_1 - D(1 - e^{-\alpha t}) \\
 &= T_0' + D e^{-\alpha t} \quad (2)
 \end{aligned}$$

負荷サイクルにおける絶縁劣化について, 形状温度時間関係, 三角形状温度時間関係の場合についてまず述べ, さらに指数関数的温度時間関係について詳論している。いずれの場合も絶縁劣化は, アルレニウスの化学速度論にしたがうものとし, 相対的絶縁劣化を考えている。



第 1 図

$$\ln R = b \left[\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T} \right] \dots \dots \dots (3)$$

これを第1図のように図示する。

温度時間関係が方形の場合を例にとって説明する。

(第2図) この場合

$$T_0 = 140^\circ + 273^\circ = 413^\circ \text{K}$$

$$T_1 = 180^\circ + 273^\circ = 453^\circ \text{K}$$

$$t_1 - t_0 = 4 \text{ h}$$

$$t_{24} - t_1 = 20 \text{ h}$$

第1図から $T_0 = 140^\circ \text{C}$ での相対的劣化曲線 $B(b = 11,500)$ にしたがって、 180°C での相対劣化は 11.69 となる。[この曲線は (3) 式から求められる] 第2図のような 24 h 負荷サイクルにおいて、

$$140^\circ \text{C}, 20 \text{ h} \text{ では } (1) (20) = 20$$

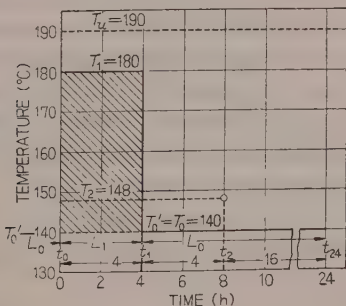
$$180^\circ \text{C}, 4 \text{ h} \text{ では } (4) (11.69) = 46.8$$

第2図のような負荷サイクルの累積劣化は、

$$(4) (11.69) + 20(1) = 66.8$$

140°C で連続運転をした場合の劣化は $(24) (1) = 24$ と考えられる。したがって

24 h 温度サイクルの相対劣化 $= 66.8/24 = 2.78$ これは 140°C 連続運転した場合にくらべ、第2図のような負荷サイクルでは 2.78 倍累積的に劣化することを意味する。なお付録に各計算式について誘導ならびに



第 2 図

説明を加えている。

上記記号について簡単に説明すれば、

T : 劣化温度 ($^\circ \text{K}$), T_0' : $t=t_0=0$ における初期劣化温度, A : T_0' からの最終上昇温度, α : $=T_0$, T_1 : $t=t_1$ における劣化温度, D : T_1 からの最終温度降下, R : 基準温度 T_0 を 1 として比較した相対絶縁劣化, b : 相対劣化曲線の傾斜, T_0 : 基準劣化温度 (川 井)

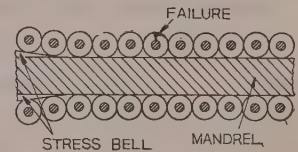
11-280. ポリエチレンに対する

コロナの影響の研究

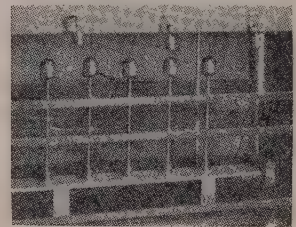
E. J. McMahon, D. E. Maloney & J. R. Perkins: A Study of the Effects of Corona on Polyethylene. [Commun. and Electronics, No. 45, Nov., 1959, p. 654~662]

電線あるいはケーブルの絶縁物が高圧下のコロナにより劣化する現象は以前より知られているが、本論文はポリエチレンに対するコロナの影響を調べたものである。その結果「Corona mechanical stress cracking」なる現象を認め

た。まず電線を円筒(アースした)に巻き、電線と接地間にコロナの充分出る電圧の課電を行ったところ、第1図のようにポリエチレンの伸びた個所、すなわち電界の弱い所で破壊した。またフィルムを引き伸ばし、その直角方向に課電を行った。この結果、上記電線の場合と同じ関係を得た。(第2図) データは 400,000 sample exposure hours である。



第 1 図



第 2 図

その結果

(1) コロナによる寿命は機械的ひずみの関数である。ひずみの増加とともに寿命は短くなる。

(2) 温度を上昇させることにより、初期の機械ひずみは緩和し、コロナによる寿命は延びる。

(3) 課電圧が直接原因でなく、コロナが破壊原因である。

(4) コロナは絶縁物の表面(ボイドではボイド表面)に作用するもので、内部ではない。

(5) 長期間、高圧で使用されるポリエチレンはコロナを抑えなければならない。コロナが発生しなければ、長期間高圧下で使用に耐える。

(6) サンプルが伸張されている場合は、伸張方向

と直角に発生した表面クラックにより破壊する。伸張されていないサンプルの場合は、表面が侵食されて破壊する。

(7) コロナによる寿命は湿度の関数である。相対湿度 95~100% では寿命が乾燥空気 of 15 倍である。絶縁物表面の導電性となったことに起因するコロナ強度の低下が原因の一つである。

(8) 窒素ガス中では、空気にくらべコロナによる寿命が長い。

(9) 炭酸ガスは空気と窒素ガスの中間の寿命を与える。

(10) 耐候性を増すためのカーボン混入はコロナによる寿命を短縮する。(川井, 増田繁夫)

11・281. 統計的手法による空気-スチロフレックス絶縁ケーブルの電氣的強度の研究

C. M. Брагин: Исследование электрической прочности воздушно-стирофлексовой изоляции кабеля статистическим методом. [Электричество, No. 9, 1959, стр. 78~83]

搬送ケーブルが、ある電圧で破壊する確率値と、その長さによる影響を調べるため、試料として 1.2mmφ 銅線 4 本よりスチロフレックスのコルゲートおよびテープを巻き、4 対としたケーブルを対象に破壊実験を行い、結果に対し統計的考察をした。

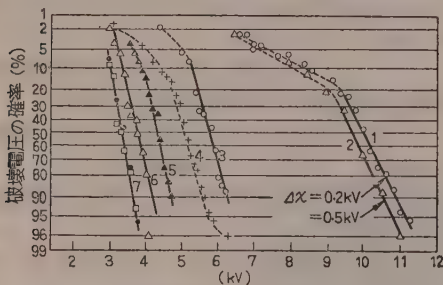
電圧と破壊した試料数のヒストグラムを描く。これが正規分布で表わせると仮定すれば、ある電圧 χ によって起る破壊の確率は全試料数 n に対して

$$\frac{P_x}{n} = \frac{1}{2} - \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{\bar{x}}^{\chi} e^{-\frac{1}{2} \cdot \frac{(\chi - \bar{x})^2}{\sigma^2}} d\chi \dots (1)$$

ただし P_x : χ (kV) の電圧までに破壊する試料の数, \bar{x} : 破壊電圧平均値, σ : χ の標準偏差

で表わされる。

これにしたがって、正規分布の確率目盛を施した図



直流 1, 2: 0.8 m 4 対コア,
交流 3: 0.5 m 4 対コア, 4: 0.8 m 4 対コア,
5, 6: 1 m ケーブル, 7: 5 m ケーブル

第 1 図 ケーブル 4 対コアの破壊電圧と確率

表に P_x/n の実験値をプロットすると第 1 図のようになり、1.0% 以上の確率では、上の仮定がなりたつことが認められる。ただし直流破壊では χ の低いほうでばらつきが多いため、20% 以上の部分で直線になる。

試料の長さによる耐圧値の相違は 1 m と 5 m のものをくらべて、後者が 10~12% 低い。破壊数の分布が正規分布で近似できると仮定すれば、短い試料の試験によって、長い試料の破壊電圧を計算することができる。

n を 1 単位とし、試料の長さを N 倍した N 単位系での破壊の確率は、導体表面積に比例して N 倍になると仮定する。 N 単位の系の平均破壊電圧 U_N においては、全試料の約半数が破壊するから

$$\frac{1}{2} = N \left[\frac{1}{2} - \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^t e^{-\frac{t^2}{2}} dt \right] \dots (2)$$

ここで、

$$t = \frac{U_N - U_{mean}}{\sigma} \dots (3)$$

ただし U_{mean} : n 単位の系の平均破壊電圧

(2) 式を満足する t を数表で求め、(3) 式より U_N を求めることができる。実例を 1 m の試料につきすと、 $U_{mean} = 3.85$ kV, $\sigma = 0.35$ kV, $N = 5$ については $t = 1.29$ (数表より)、ゆえに $U_N = 3.4$ kV となり、これは別に 5 m の試料で実験した結果と一致した。

(川井, 寺田哲朗)

11・282. ケーブルならびにその付属品における合成材料

Herbert Pairitsch: Kunststoffe in Kabeln und deren Garnituren. [Elektrotech. Z. (E.T. Z.)-A, 80. Jahrg., Heft 20, 11. Okt., 1959, S. 730~735]

古典的ケーブル材料は導体として銅、絶縁物としてゴムまたは紙と油、シースとして鉛、また保護層としてビチューメンとジュートが永らく確立されてきた。1930 年以来ケーブル工業に新しい合成原料使用の研究が始められ、その発展が促進されてきた。この研究の結果ポリスチロール、塩化ビニル、ポリエチレン、ポリソブチレン、合成ゴムとしてポリクロロブレンとブチルゴムが、また最近シリコン系およびふっ化エチレン系の種々の合成材料がケーブルに意のままに使用されるようになり、またキャストレジンは付属品に重要な意義をもたらした。第 1 表にこれら合成材料ならびにその使用範囲を一括表示する。

電力ケーブルは高い破壊電圧をもたなければならぬ。この際導体の電流による加熱の点から、絶縁厚さは許しうる限り薄くしたい。ポリエチレンケーブルはこの点ですぐれたもので、ドイツでは 17.3~30 kV に使用されている。しかし塩化ビニルはその高い誘

第 1 表 電力ケーブルおよびその付属品
に対する合成材料の使用

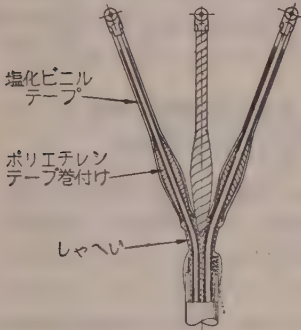
合成材料	使用部分		商品名 (一例)
	絶縁物	シースまたは 防食層	
ポリエチレン	可	可	Lupolen, Alkathen
塩化ビニル (可塑化)	"	"	Hostalit, Sicron, Solvic, Vestolit, Vinnol
ポリイソブチレン	可 ⁽¹⁾	"	Oppanol
ブチルゴム	可	可	—
ポリクロロブレン	否	"	Neopren, Perbunan C
ニトリルゴム	可	"	Perbunan
シリコンゴム	"	"	Silopren
ふっ化炭化水素物質	可	可	Teflon, Kel-F, Hostafion
キャストレジン	可 ⁽²⁾	否	Araldite, Dobeckote, Epikote, Leguval

(1) ポリエチレンと混合または含浸剤用

(2) 付属品のみ

電正接の値にもかかわらず、低電圧ケーブルと高圧ケーブル(硬質混和物)とに使用され、5.8~10 kV の電圧にまで使用されている。他方これは経済的な刺激が大きい。ブチルゴム絶縁ケーブルは 25 kV までであり、特にこれはその熱安定性が高く評価されている。

ケーブルシースは機械的強度、化学的、耐候性などの要求を満たさなければならない。また耐寒性、耐熱性、劣化安定性が要求される。使用しうる被覆材料は塩化ビニル、ポリエチレン、ネオプレン、ブチルゴムであるが、これらのうち強じん、耐磨耗性の点でポリ



第 1 図 公称電圧 11.6/20
kV ポリエチレン絶縁
ケーブルの屋内エンド

エチレンがすぐれているが、可燃性、高価なためポリエチレンはもっぱら絶縁物のみに使用し、塩化ビニルはさらに防食の意義をも兼ねて使用されている。ゴムケーブルにはネオプレンが多く用いられているが、これは耐油性、耐燃性が要求される場合であり、低温におけるたわみ性、高温における劣化安定性を要求する場合はブチルゴムを使用する。

ケーブル終端部についても記載されており、これにはキャストレジンが併用される場合もある。一例としてポリエチレンケーブルの屋内のエンドを第 1 図に示す。

(川 井)

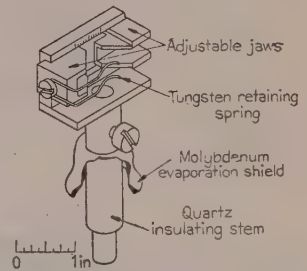
11-283. 電子衝撃による浮遊 ゾーン精製法

F.E. Birbeck & A. Calverley: Improved
Apparatus for Floating-Zone Melting by
Electron Bombardment. [J. sci. Instrum.,
Vol. 36, No. 11, Nov., 1959, p. 460~463]

浮遊ゾーン精製に、電子衝撃を使うということは、第一に融点の高い物質にも少ない電力で溶けたゾーンを作りやすいことと、第二に、非常にせまいゾーンでも、電子線をしぼることによって作れるという利点がある。著者らは試作のための基礎実験から、(1) 冷却と内部操作の便利なこと、(2) 操作中よく見えること、(3) 上下のチャックの心がよく合っていること、(4) 充分高真空が得られること、(5) 自動化してあること、という五つの課題を出し、これに合うものを実際に作った。Mg-Al 合金の四角い箱を本体とし、水冷によって高真空の保持を助けた。正面に大きい石英ガラスをはめ、内部を観察しやすくしてある。真空系は Al を使った箱とのアマルガム化を防ぐため、水銀をやめて油拡散ポンプを使っている。もちろん液体窒素のトラップをつける。これで $10^{-6} \sim 10^{-7}$ mmHg の真空が操作中も保たれた。

陰極は固定した試料に対して移動する。この方式で装置が大きくなることを防いでいる。これで 22 cm のストロークを、0~350 cm/h の間の速度で任意に移動させることができる。

浮遊精製の一つの問題は、試料を支持するチャックである。ここでは上下の支持が心を合わせて完全に一致した回転、移動ができるように、第 1 図のような構造のモリブデンチ



第 1 図 試料をくわえる
チャック

ャックをくふうした。タングステンのクリップで修正がきくような支持になっている。

電氣的な問題の一つは、アースのとり方である。動く陰極のほうがアース側であることが操作の安全からいって明らかに望ましいが、一方、回転する試料に高い電圧をかけることもむずかしい。この点に注意をはらって高圧の工作に念を入れてある。

操作は完全に自動化されて、サイクルをくり返すようになっている。ゆっくり陰極が掃引すると、再びもとの位置まで急いでもどるが、この間は、出力電力は低い値まで落される。衝撃電流のスイッチと、この操作のスイッチとは連動しているわけである。

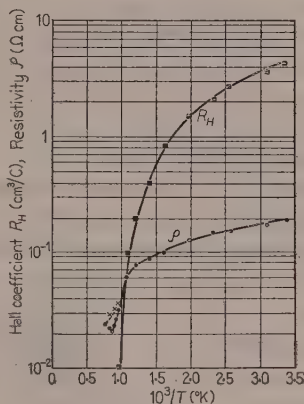
下側のチャックだけ任意に上下できるようにした効果は非常に大きかった。この装置で、直径 0.06 in の試料のゾーン製精がたやすくできた。もっと細いものでもできる見込みは充分にある。(鳩山, 菊池 誠)

11-284. 希土類化合物半導体

J. F. Miller, F. J. Reid & R. C. Himes:
Rare Earth Compound Semiconductors.
[J. Electrochem. Soc., Vol. 106, No. 12,
Dec., 1959, p. 1043~1046]

III-V および II-VI の金属間化合物半導体は、すでにかなり詳細に研究されているが、本論文は La, Er, Gd, Y などの希土類元素を Se および Te と直接反応させて、それら化合物の物理的および電気的測定を行っている。第 1 表にそれらの諸特性を一括して表示してある。室温における固有抵抗は La_2Te_3 や ErSe の $10^{-4}\Omega\text{cm}$ から Y_2Se_3 の不導体にいたるまでの広範囲にわたっており、またすべての化合物は融点 $1,400\sim 2,000^\circ\text{C}$ の高温度であり、熱的には非常に安定である。

第 1 図に P 形 Gd_2Te_3 のホール定数と固有抵抗の温度依存性を示す。875°C ま



第 1 図

第 1 表

(Measured at room temperature)

Compound	R_H (cm^3C^{-1})	ρ (Ωcm)	μ ($\text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$)	d (μVdeg^{-1})	n (cm^{-3})
La_2Se_3	Negative	0.024	—	—	$\sim 3 \times 10^{19}$
Er_2Se_3	Positive	7.9	—	—	—
ErSe	Negative	1.7×10^{-4}	—	—	$\sim 10^{20}$
Y_2Se_3			(Insulator)		
La_2Te_3	Negative	1.9×10^{-4}	—	-30	$\sim 10^{20}$
Gd_2Te_3	-3.25	0.019	170	-26	2×10^{18}
Gd_2Te_3	+3.3	0.2	17	>+200	2×10^{18}
Er_2Te_3	Negative	1.1×10^{-3}	—	—	$\sim 10^{19}$
Y_2Te_3	-1,400	10.0	140	—	4×10^{18}

では不純物半導体の特性を示している。ホール定数は温度上昇とともに減少の一途をたどり、符号の反転は生じていない。このことから P 形 Gd_2Te_3 のホール移動度はかなりの高温まで、不純物散乱がきいているように思われる。また第 2 表に示すように、熱処理に

より、N 形 Gd_2Te_3 は固有抵抗は増加し、P 形では減少し、熱処理により n 形不純物濃度が減少することを確かめている。

いずれにしても、これら希土類化合物半導体の電子装置としての応用は将来に期待したい。

第 2 表 Heat-treatment of
 Gd_2Te_3 specimens

Specimen	Heat treatment	ρ (Ωcm)	μ ($\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$)	n (cm^{-3})
67-1, N-type	None	0.0089	16	4×10^{19}
	2 h at 950°C in vacuum	0.028	10	2.2×10^{19}
9, N-type	None	0.019	170	2×10^{18}
	120°C in vacuum	0.03		
	950°C in vacuum	0.072		
	950°C in vacuum	0.076		
77, P-type	None	0.20	17	1.9×10^{18}
	950°C in vacuum	0.056	10	1×10^{19}
75, P-type	None	0.51		$\sim 10^{19}$
	2 h at 950°C in vacuum	0.067	6	1.7×10^{19}
73, P-type	None	0.027	"	4×10^{19}
	740°C in vacuum	0.031	"	3×10^{19}
	Quenched after 2 h at 950°C	0.032	"	3.5×10^{19}
	2 h at 950°C in vacuum	0.037	4	4.2×10^{19}

(中野, 高橋 清)

11-285. 超高圧絶縁物の問題の 解決ならびに分子設計

K. S. Wyatt: To Solve the EHV Dielectric Dilemma: Design the Molecule!. [Elect. Wld., Vol. 153, No. 4, Jan. 25, 1960, p. 66 ~68, 142]

345~500 kV ケーブルの設計および製造の最近の努力は油浸紙絶縁に限定されている。極度に清浄にした油、紙でも誘電正接により最大許容導体温度までケーブルを加熱し、したがって高い電圧では許容電流を減少する。使用による絶縁物の劣化は状態をますます悪くする。油浸紙の高誘電率はまた高い電圧で充電電流から使用しうる長さを限定する。このために超高圧ケーブル設計者は、プラスチックおよび他の合成材料に目を転じた。

超高圧ケーブルにおける合成絶縁材料は、テープ状のマイラ、ポリスチレンと、押出し方式によるポリエチレンである。マイラ、すなわちポリエチレンテレフタレートは 70°C 以上の温度での高い誘電正接のため不適当である。ポリスチレンは誘電正接低く、破壊電圧も高いが、鉱油に膨潤し、屈曲性もわるく、ひずみ消失温度は 85°C であるため排斥される。ポリエチレンは誘電正接小さく、破壊電圧も高く、誘電率小、吸湿ならび透湿少なく、押出しも容易で価格も安く、超高圧絶縁に適したものである。一般に通信方面に使用さ

れており、ガタバーチャに代わって海底ケーブルにも使用されている。低圧ならびに中圧ケーブルにも増加の傾向にある。

Schoepfle, Fellowsが液体直鎖パラフィンに電子線をあてたとき、ガスを発生することを発表して以来 30 年を経過している。液体炭化水素からガスが発生するのは重要な問題であるが、固体炭化水素でははたして重要な問題であるだろうか。短いポリエチレンケーブル試片が電子線の間を通り、充分な照射量をうければ無数の小さな水素のあわを生じて絶縁物は膨大する。この水素は逸散することなく、ポリエチレン内に高圧力で液状で存在する。長時間破壊電圧では分子構造間に存在するこの水素は悪く作用する。ポリスチレンのような芳香族化合物は同じ照射量で水素を生ぜず破壊電圧の低下を示さない。この現象は電子線だけでなくコロナ放電、コバルト-60 による照射でも生ずる。

これらの理論についての詳細を述べ、超高压ケーブルに対する絶縁物の推論を行っている。(川 井)

11-286. トランジスタ化された 磁心記憶装置

Ben T. Goda, et al.: All-Transistor Magnetic-Core Memories. [Commun. and Electronics, No. 45, Nov., 1959, p. 666~673]

すでに知られているように、高速の磁心記憶装置にはリニヤセクション方式を採用することが幅の狭いパルスで駆動できるので絶対条件であるが、この方式では、番地を指定するのに記憶装置の全語数と同数の線の中から適当なものを選択して駆動しなければならないので、非常に不経済なため、中、低速の磁心記憶には三次元的構成のコインシデント電流方式を採用するのが普通である。これらの間の境界点は記憶容量にも関係があって、小容量のもので $4\mu\text{s}$ 、大容量のもので $5\sim 6\mu\text{s}$ 以下のサイクル時間のものには、リニヤセクション法を採用するのが妥当と思われる。

今回は記憶装置を3分割して、語数 100~128 語、1語 80 bit 以下、サイクル時間 $3\mu\text{s}$ のものにリニヤセクション法を採用し、コインシデント電流法で語数 1,000~8,192 語、1語 80 bit 以下、サイクル時間 $6\sim 8\mu\text{s}$ のものと、語数 1,024 語以下、1語 40 bit、サイクル時間 $4\mu\text{s}$ のものと考えた。

駆動回路としては、磁心の逆起電力にかかわらず一定電流を流す必要がある。ペース接地形の回路の定電流性を利用することが考えられるが、磁心の逆起電力の広い範囲にわたって良好に動作させるためにはトランジスタに割に高い電圧を掛けておかなければならず、大容量のトランジスタが必要となるし、コレクタ電流より大きいエミッタ電流を入力側で開閉しなければならない不利もある。一方、磁心の逆起電力にくら

べはるかに高い電源電圧を用いたエミッタ接地回路で負荷と直列に精密抵抗を入れ、これに充分飽和するまで入力を加えてほぼ一定電流とする回路も考えられるが、この場合にはトランジスタに電流が流れないときに、コレクタ電圧が定格をこえないよう適当にクランプダイオードを入れる関係上、抵抗の中で相当の電力が消費される欠点がある。今回はベース接地の定電流性を利用して、正負方向電流の安定化回路を作り、この電流をトランジスタ回路で開閉する回路を採用した。

温度上昇につれて駆動電流は補償し減少させる必要があるが、これには正の温度係数を有する Belco 線の電流規正抵抗を使用した。一般にサイクル時間が短くなると、磁心自体の中に発生する熱により特性が劣化することはよく知られているが、コインシデンス電流法の場合には、特定アドレスだけを連続して高速でスキップすると、部分的加熱が発生し SN 比が悪くなることにも注意する必要がある。大きな記憶装置の場合には、部分加熱によってある一部が他の部に対して温度(華氏)が数度変化すれば、おそらく動作不良になるものと思われる。これが現象として現われる場合は上記のようなスキップをくり返して、たまにその区域外の番地を指定すると、後者の番地の磁心が不良になったような結果として表われる。

磁心内の現象はその材質と加えられる電流波形によってきまるもので、採用した記憶サイクルにもっとも適した磁心を使用して初めて最良の結果が得られる。そしてこれを試験する場合には、実際に使用する場合と同一の電流波形で試験しないと全然誤った結果を得ることがあるから注意を要する。

現在の磁心記憶装置では逆起電力が相当あるので、トランジスタに対して耐圧の高いことが要求され、かつ大電流が扱えて、しかもスイッチング時間の短いことも必要であるので、この点で高速化がはばまれている。使用する磁心を小さくすれば、自然冷却の面でも有効であるし、上記の点も楽になってくるわけであるが、将来とも磁心の直径が 50 mil 以下にはなりそうにないので、将来のもっと早い記憶装置には薄膜の磁心、トウリストあるいはその他のエネルギーレベルの低い素子と早いトランジスタの組み合わせが使用されるものと思われる。(中原、加藤謙一)

13-287. 電力系統にて電力変化に対 する費用の相似計算機による計算

K.W. Wardrop: An Analogue Computer to Evaluate the Cost of Changes in Power on a Power System. [Proc. Instn. Elect. Engrs, Vol. 106, Pt. A, No. 28, Aug., 1959, p. 285~289]

電力需要の変化または発電所間の電力分担の変化による費用の変化を、送電損を考慮に入れて、相似計算

機で計算したもので、送電系統の電流が送電電力に比例するとすれば、系統中での電力損は送電電力の2乗に比例する。すなわち系統中の電力が ΔP だけ変化すれば、電力損は

$$K_n(P_n + \Delta P_n)^2 R_n,$$

K_n : 定数, R_n : 抵抗

ΔP_n の変化による損失の変化は

$$K_n R_n [2 P_n \Delta P_n + (\Delta P_n)^2]$$

ここでは K_n は系統全体で一定としてある。

α 発電所における発電費用の増加分を $\Delta d\alpha$, 減少分を $\nabla d\alpha$ とし, α 発電所の単位送電損が β 発電所の単位損より $\Delta\lambda_{\alpha\beta}$ だけ多いとすると, α 発電所の発電費用は

$$\Delta d\alpha - \nabla d\beta + \Delta\lambda_{\alpha\beta} \Delta d\alpha$$

負荷の単位増加に対する費用は

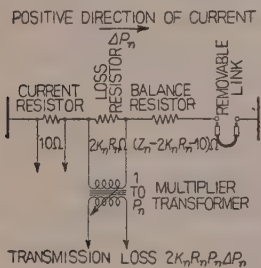
$$\Delta d\alpha (1 + \Delta\lambda_{\alpha})$$

$\Delta\lambda_{\alpha}$: 増加発電電力に対する送電損の変化

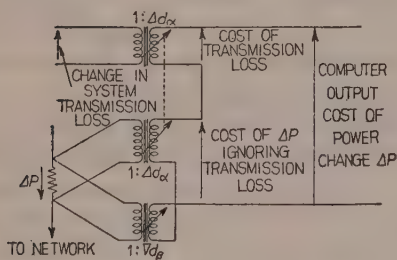
電力系統で、各枝の等価回路は第1図のように三つの直列抵抗よりなり、電流用抵抗、送電系統の抵抗分、

送電系統のインピーダンスに比例する全抵抗である。

第 n 枝の ΔP_n に相当する電流により、2番目の抵抗で $2K_n P_n \Delta P_n$ の電圧降下があり、これは変圧器入力となり、変圧器の巻線比は電力変化前の電力 P_n



第1図



第2図 価格の計算

になっている。

変圧器出力は電力損 $2K_n R_n P \Delta P_n$ となる。

この送電損を示す電圧には損失の費用に比例する電圧を示すために、巻線比を発電費用にとってある乗算用変圧器を用いる。

第2図に示すように、この“費用”電圧は、電力条件の変化による費用の変化になる。

(長谷川, 金 台然)

13-288. パタン検出および認識

S. H. Unger: Pattern Detection and Recognition. [Proc. Inst. Radio Engrs, Vol. 47, No. 10, Oct., 1959, p. 1737~1752]

本論文は、先に発表されたパタン処理のための電子計算機 SPAC を用いることを仮定して、パタンの処理方式を述べている。現在 SPAC は実在していないので、実験は IBM 704 により模擬して行っている。模擬された SPAC はおのおのが主レジスタ1個と記憶レジスタ9個からなる 36×36 の Module と主制御回路より構成される。

パタンの処理は、特別の形をもつものを選ぶパタン検出と決められた1組のうちのどれであるかを定めるパタン認識とに分けて考えている。いずれも 36×36 の Mesh に量子化されたパタンについて微小な変化を除く平滑化を行ったのち、おもに線分の性質を調べて処理する。多色または半明暗のものは考えていない。平滑化を行うには第1図のような 3×3 の Mesh について次の論理式

a	b	c
d	x	e
f	g	h

第1図

$$f_1 = x + bg(d+e) + de(b+g)$$

$$f_2 = x[(a+b+d)(e+g+h) + (b+c+e)(d+f+g)]$$

の f_1, f_2 により x の 1, 0 をきめて行う。

検出は線分の外側を一順する Edge sequence により行う。これによりパタンの大きさ、線分の割合、太さに関する条件を割合任意にとりうる。現在 L 形と A 形の検出に成功している。

認識にはおもに図形の起伏の方向と Cavity の性質による 36 の質問を用い、Yes または No により入力をグループに分けて行き、最小5ステップ、最大9ステップでどの字であるかを定める。質問としてはステップごとにグループを2等分するものが理想的である。数字とアルファベット 34 字 (1 と I, Zero と O は区別しない) に対し変形を考慮した 63 の答が得られる。各質問には平均 45 の命令、1 字の認識に大体 300~500 命令 (平滑化のための約 100 を含む) を要する。

全体のプログラムは約 1,600 の命令からなり、模擬された SPAC で試験された。SPAC の命令に要する論理の簡単さと、現在開発中の素子の速さから考えて、5 年以内に $1 \mu\text{s/order}$ の速さが得られると考えられる。この仮定のもとに入力時間を無視すれば $2,500 \text{ 字/s}$ の認識ができる。704 の模擬では大体 10 ms/order を要する。

パタン認識の応用として文字による電子計算機の入力、自動翻訳、郵便物の自動選別などが考えられる。パタン検出の応用として生物学上の利用が考えられ、

顕微鏡写真からの特別な細胞構造、バクテリア、ビールスなどの検出、また化学上の分子式の検出も考えられる。
(元岡、山口楠雄)

13-289. Solid State 工業用電子式 自動調節計の例

〔I〕 H. E. Darling: A Magnetic Amplifier
E. M. F. Converter.

〔II〕 A. Nazareth & E. O. Olsen: Application
of Solid State Devices in An Industrial Process
Controller.

[3rd National Conference on Analog and
Digital Instrumentation. A. I. E. E. (T-113)
1959, 〔I〕 p. 149~164, 〔II〕 p. 255~262]

電子管や機械的可動部を用いない、全 Solid State の電子式自動調節計の好例としてアメリカ Foxboro 社より発表された上記 2 論文を紹介する。上記の調節計の系統としては、測定量はすべて変換器を通して 10~50 mA の直流信号電流に変えて伝送し、調節計ではこの信号を設定信号と比較し、両者の差すなわち偏差信号に比例、積分、微分の演算操作を加えたのち、操作信号として 10~50 mA の直流を操作端に送出するものである。

〔I〕 論文では熱電対の生ずる 0~2 mV あるいは 0~10 mV の電圧を 10~50 mA の信号に変える磁気増幅器式変換器が述べられており、その仕様は

入力: 0~2 mV または 0~10 mV

出力: 10~50 mA (600 Ω 負荷)

入力インピーダンス: 10 mV に対し 40,000 Ω
2 mV に対し 8,000 Ω

出力インピーダンス範囲: 600 \pm 300 Ω にて

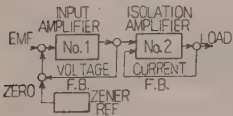
出力の変動 0.25 %

直線性 (入力 mV 対出力 mA): 0.25 %

温度範囲 (70°F) による変動: 0.5 %

入力出力回路は直流的に絶縁されている。

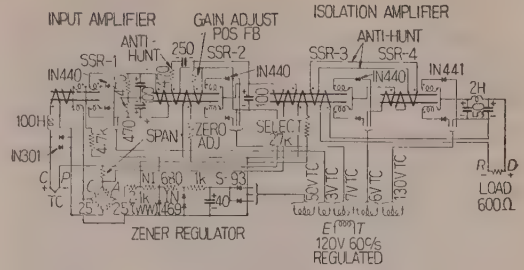
この変換器の構成図を第



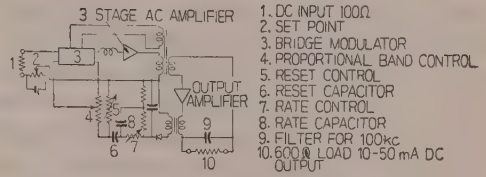
第 1 図 直流電圧-直流
電流変換器構成図

心、巻数、特性などの詳細が記されており、6 個月以上の長期にわたり前記仕様を満足するようである。

〔II〕 論文の調節計は第 3 図に示すように、原理的には直流増幅器と、比例、積分、微分を行う CR 複合帰還回路よりなるものである。入力の 10~50 mA 信号は 100 Ω の抵抗に流れて、測定値に相当する電圧を生ずる。設定信号は Zener で得ている。(図には電



第 2 図 変換器の接続図



第 3 図 調節計構成図

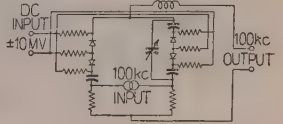
池で示されているが) この増幅器で独特の点は第 4 図に示すシリコンダイオードの容量変化を利用した、直流-交流変換器である。ダイオードの小振幅交流における静電容量は印加直流逆電圧によって変化する。このようなダイオード

の組を、第 4 図のようにブリッジの 2 辺に入れた容量ブリッジに直流を図のように印加すれば、一辺

の容量は増加し、他

は減少するので、100 kc の入力検電点の可変出力として得られる。直流端子から見た入力インピーダンスは 1,000 M Ω 以上である。第 3 図の場合 100 kc の電源は別に設けることなく、ブリッジの出力を増幅して正帰還することにより自励振動をさせ、その振幅を直流入力によって制御するのである。この発振式増幅器の周波数はブリッジの等価容量と、そう入されたインダクタンス (40 mH) の直列共振によって決まる。なお上記を出力増幅器で増幅して出力の 10~50 mA の制御信号を得るのであるが、この増幅器は 100 kc の増幅と検波を兼ねている。帰還回路用の整流器は図示のようにになっている。

第 4 図 ブリッジ変換器

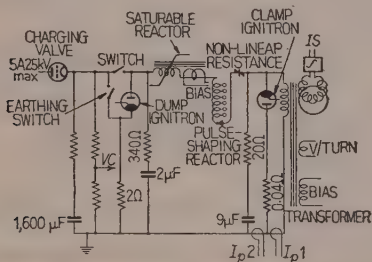


この調節計の増幅器はすべてトランジスタを用い、可動部分や真空管を用いず、無調整で 5~10 年の動作を期待できると称している。(池田、藤木久男)

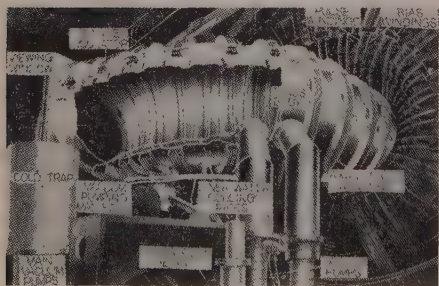
14-290. ゼータの全貌

E. P. Butt, et al.: Some Engineering
Aspects of Zeta. [Metropolitan-Vickers Gaz.,
Vol. 30, No. 481, Aug., 1959, p. 196~207]

高温度を比較的長い間維持することは熱核融合にとって本質的に必要であり、このため、ゼータは一方向の電流パルスを数ミリ秒流し、プラズマを約百万度に加熱するために考えられた。約 10^6 °K を得るためには約 10^5 A の電流を必要とした。原理は、コンデンサ ($C=1,600\mu\text{F}$) を高圧 (最大 25 kV) で充電しておき、スイッチを閉じて変圧器の一次巻線にパルス電流 (上昇時間 1.25 ms) を流し、それによって、直径約 1 m, 放電路長約 12 m の Torus の内部にガス放電を起させる。主回路は第 1 図に示すように、C の放電電流は圧縮空気操作の機械的スイッチと、その接点を保護するための可飽和リアクトルを通して変圧器に流れる。変圧器は 2 組からなり、そのおのおのは 10 cm 幅の鉄板を内径 1.52 m, 外径 3.04 m に巻き、それを 18 枚重ねてトンネル状に組み立て、それに 0.65 cm^2 のゴム絶縁ケーブルを 54 回巻き、その半分はバイアス巻線である。C の放電電流が振動電流となるのを防ぐため、その変圧器一次側にイグナイトロンを接続し、非直線抵抗も使用する。Torns の構造は第 2 図のように約 2 cm 厚のアルミ製パイプ状のもの 2 組を変圧器内部にてペークライトなどで互に絶縁し



第 1 図



第 2 図

て気密に組み立ててある。Torns の内部にさらにパイプ状の Liner system があり、それは互に 40 V に絶縁された 48 個のアルミ製リングを組み合わせて構成されている。Torns の内部空間は計 12,000 l あり、 10^{-6} mmHg にするため 3,000 l/s の排気能力を必要とし、14 in 4 台、6 in 4 台の拡散ポンプを取り付けてある。

このゼータは 1957 年 8 月運転開始以来 1958 年 3

月までに約 150,000 回の放電を行った。

(相原, 岸 敬二)

15-291. 太陽熱を利用した熱電子発生装置についての考察

N. F. Schuh & R. J. Tallent: Solar-Powered Thermoelectric Generator Design Considerations. [Elect. Engng, Vol. 78, No. 12, Dec., 1959, p. 1172~1176]

宇宙時代の到来とともに重要視されているものに、未来の宇宙船に二次電力をいかに供給するかということがある。

そして、それらの電力源に対する要求としては、(1) 単位重量に対する出力電力の大きいこと、(2) 信頼度の高いもの、(3) 維持が簡単で必要最小限の大きさのもの、(4) 寿命の長いもの、などがある。

このような要求を満たしうるものとしては太陽電池が有力視されている。太陽電池は、その源を宇宙空間に豊富に持ちうるし、静的変換装置であるので寿命も長く、信頼度も高い。そこでこの論文においては、太陽エネルギーを熱電子発生装置で変換する場合の基本的考察および問題点を研究室用の小形装置について述べている。基本的考察については次のような点が考えられる。

(1) 太陽エネルギーを集めること - 宇宙空間における太陽エネルギー密度はあまり高くない。だから効率を上げるためにはなんらかの方法でこれを集めなければならない。これを行うには太陽炉のように反射板や鏡を使うことで可能になる。ただその場合、このような集中装置は、空気中を運ぶ場合は小さく折りたたんで運び、宇宙空間で大きな集中面積を持つような機構が必要となる。

(2) 放射エネルギーを熱に変換すること 太陽熱エネルギーを吸収し、熱電子発生装置に導く場合必要となることは、吸収率の非常に高い物質を吸収板として使用することである。しかし、一方吸収板からは赤外線による熱放出がかならず存在するから、吸収された熱のいくらかはその赤外線によって失われる。そこで吸収板物質としては太陽エネルギーを吸収することには効率がよく、赤外線エネルギーを放出するには効率のよくない物質を使用することである。

(3) 熱電子発生装置 熱電子発生装置は一種の熱機関であるから、供給された全エネルギー中使用される最大エネルギー量は、Carnot cycle の効率 (E_c) によって与えられる。また一方熱電対によってこの使用エネルギーを変換する割合を (E_{te}) とすれば、熱電子発生装置の全体的な効率は次式で与えられる。

$$E = E_c E_{te}$$

そしてこの装置の有効出力は次式で与えられる。

$$P=Q_g E_c E_{tc}$$

ここで、 Q_g : 熱電子物質を流れる熱量

(4) 不要な熱を放散すること これには放熱器が使用される。というのは空間において熱を除去するただ一つの方式は放熱である。Carnot cycle の効率を高くするためには、放熱器の温度を使用可能な程度に低くしなければならない。このような放熱器の設計にはいまだ解決されないいろいろな問題が存在する。

以上の4個の基本的な考察を評価するために一つのモデルが作られた。そしてこのモデルでの出力をおよそ 2.5 W と定められた。また熱電対の効率が最小 7.7% は、今日の材料で達成できることが確かめられ、Carnot cycle の効率の 25% は適切であるとされた。この結果全体の効率は 1.92% となる。

(中原, 豊住隆造)

15-292. 両耳間の騒音相関性

I. Pollack & W. Trittipoe: Interaural Noise Correlations: Examination of Variables. [J. Acoust. Soc. Amer., Vol. 31, No. 12, Dec., 1959, p. 1616~1618]

前の報告でわれわれは両耳の騒音相関性が単一期間、音響レベル、周波数範囲および両耳平衡のもとにおいて広範囲な相互相関性にわたり同一視できるという結果を報告した。本文では両耳相関性の研究を以上の変数によってさらに詳細に押し広めようとするものである。

方法と実験 関係する両耳相関性は、三つの独立な騒音発生器を2出力に結合することにより設定できる。独立な騒音源 A, B および C が結合されて (C+A) は一つのイヤホンに印加され (C+B) はいま一つのイヤホンに印加される。二つのイヤホン中に比較的高度レベルな形 (C'+A) と (C'+B) とを表現

することによって一層高い相関性を設定することができる。前の実験での聴取者の仕事は、提供された騒音が (C+A) と (C+B) かあるいは (C'+A) か、または (C'+B) かは区別されていなかった。聴取者は騒音の現象的分散あるいは収れんの項でその識別を表現した。系統的に変化しないとき騒音の周波数スペクトラムは 100~6,800 c/s にわたり一様で、騒音突発期間は、1,000 ms で、イヤホンでの騒音レベルは 11 μ bar あたり 90 dB であった。本研究の結果は次のとおり

騒音突発期間の影響 両耳の騒音相関性の同一視できる高度のレベルは、短期間騒音突発に対して実質的に不可能である。10 と 32 ms の可聴騒音突発に対しては、われわれは任意の状態では 75% 以上の正確さをうることはできない。

騒音レベルの影響 同一な取り扱い全通過騒音レベルに対し割合無関係である。詳しくいけると、両耳の騒音相関性を同一視する若干高度な鋭敏さは極端に低いか、あるいは高いレベルに対するよりも心持よい聴取レベル (65~85 dB) 領域中の騒音レベルに対して得られる。

騒音の周波数幅の影響 周波数の高域と低域とに横切られた部分は、両耳相関性を同一に取り扱う周波数範囲の相当重要なことを示している。相互相関性が零のときの横切り周波数は約 850 c/s で、0.5 のときは 1,700 c/s である。また横切り周波数は弁別レベルとともに多少変化する傾向がある。

両耳の騒音レベル不平衡の影響 二つの両耳の騒音相関性の正確な同一視できる平均レベルが、両耳差の増大するにつれて先鋭に降下する。

騒音レベルと突発期間との相互関係 音響レベルと期間との相互作用は両耳の騒音同一視を保証する。

(北村, 小畑耕郎)

特 許 紹 介

61. 内燃機関点火装置

特許 251456 (特公 昭 33-10506)

発明者 三木隆雄

特許権者 三菱電機

内燃機関の点火に際し、高周波電圧で初期放電を開始させ、次いでコンデンサに蓄積された直流電圧放電によって主点火エネルギーを供給する方式の従来のものは、高周波回路と直流主放電回路が高周波変成器を介して結合しており、この結合の疎密により、初期放電の微弱あるいはコンデンサの放電電流のピーク値の低下などで安定した点火が得られない。この発明はそ

の欠点を除去するため、第1図に示すように直流電源5で充電される主放電用コンデンサ7の放電電圧を印加する主電極8と、その主電極に接近して設けた上記直流電源と独立した交流電源で付勢される補助電極9と、上記両電極とギャップを介して対向する接地電極10とを設け、補助電極と



第 1 図

接地電極間に初期放電を起させ主電極付近を電離し、コンデンサの蓄積電荷を主電極を通じて放電させ、点火を確実にに行わせるようにしたもので、直流回路にイ

ンダクタンスを含まないからコンデンサの蓄積エネルギーを有効に利用でき、しかも両電源は独立しているので、電圧値の選定にはなんらの拘束を受けることなく最適の値にすることができる。

62. 電気車用変圧器

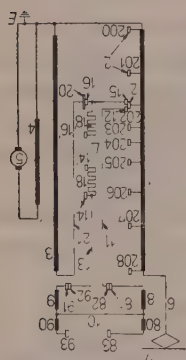
特許 253666 (特公 昭 34-1015)

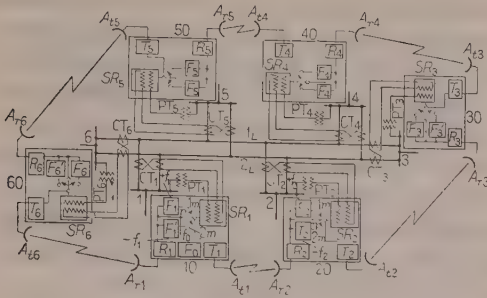
発明者 Heinz Richter

特許権者 Siemens Schuckertwerke

大きい調整範囲を持つ変圧器では、それに必要なだけのタップを多数設けることは巻線技術上好ましくないしまた高価ともなるが、移動コイルと付加コイルとを適当な方法で調整変圧器のタップに接続して用いるならば、タップ数をかなり少なくすることができる。そして電気車では、最低電圧範囲で細かい段階とすることは起動電圧に到達するまでにタップ切り換えを数多く行うこととなり、タップや可動接点を損傷する。また起動電圧範囲では加速による衝撃を少なくするため、段階が細かいことが必要である。

この発明は上記のような点を考慮して電気車の特性





第 4 図

れば $\sum_i f_i - \sum_j f_j > 0$ となり、第 2 回線 $2L$ を選択したものが多ければ $\sum_i f_i - \sum_j f_j < 0$ となって、系統全体としていずれの回線を選択した端子がより多いかによって、一方の回線だけを全端一斉に断させるようにすることができる。この方式によれば、系統全体の各端局装置の動作状態を十分に監視したのち断断することができる。有効である。

65. 固体絶縁物の製造方法

特許 256240 (特公 昭 34-3683)

発明者 土田 敬

特許権者 富士電機

固体絶縁物は電氣的絶縁と同時に機械的な力の伝達に使用されることも多い。たとえば開閉器の操作ロッドであるが、従来は紙を基材としこれに石炭酸樹脂を含浸させて作っていた。しかし、たとえば紙を巻回しこれに石炭酸樹脂を含浸硬化させたパイプ状絶縁物に例をとれば、その抗張力は高々 10 kg/mm^2 程度であり、この程度の抗張力でロッドを作れば径は相当大きくなり、機器全体を大形に設計しなければならなかった。

この発明は上記の欠点を改良し、抗張力の大きい絶縁物を簡単に作るのが目的である。すなわち、配列の所々に太い糸をまぜた縦糸と、太さのそろった横糸とで布を織り、この布を積層するにあたって、1枚の布の太い縦糸の横に次の布の太い縦糸が平行に並ぶようにし、これらの全体に接着剤を含浸し一体に硬化させて作るのである。このようにして作った絶縁物を横糸の方向に引張り力が働くように使用すれば、布の各層の太い縦糸と太い縦糸とが触接し、きわめて抗張力が大となる。

次にこの発明の実例を示せば、

縦糸	ガラス糸	# 80 を	9 本/in
	"	# 300 を	3 "
横糸	"	# 140 を	34 "

からなる布を前記のように重ねて巻回し、この巻回操作中にポリエステル樹脂を含浸させ、巻き上げ後成形熱処理して硬化させたものは抗張力 $40 \pm 2 \text{ kg/mm}^2$ で

あるのに対し、太糸を混ぜず同量のガラスおよびポリエステルからなる積層心では $25 \sim 30 \text{ kg/mm}^2$ であった。

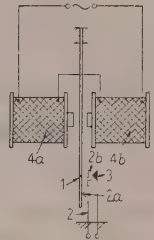
66. 共振継電器

特許 256191 (特公 昭 34-4588)

発明者 Walter Rauch

特許権者 Siemens & Halske

この発明は励磁された振動片が一定の周波数に同調して接続動作をする共振継電器に関するもので、第 5 図に示すように、接点ばね 2 に設けた可動接点 $2b$ とそれに対応する固定接点 3 と、接点ばね 2 を駆動する一定の共振周波数を持つ振動片 1 とをそれぞれ別個に構成し、振動片 1 に電流を流さず、かつ振動片 1 の活動をその振動片の固有振動数よりも高い固有振動数を持つ中介体として働く接点ばね 2 を介して接点 $2b, 3$ を開閉させるようにしたことを特徴とするものである。



第 5 図

従来の共振継電器は振動片 1 の上に直接接点を設けていたの、振動片の構造が複雑になるばかりでなく、その接点部に生じた熱により振動片の機械的ひずみを生じ、同調周波数を変化させるような欠点があったが、この発明は直接振動片 1 で接点を開閉せず、中介体を介して行うためそのような欠点が改良された。

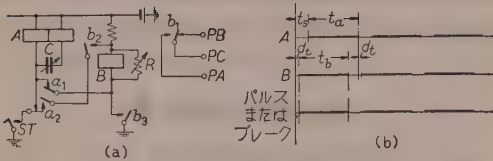
67. 継電器式可変インパルスセンダ

特許 255959 (特公 昭 34-5615)

発明者 井上聰一

特許権者 沖電気工業

この発明の継電器式可変インパルスセンダを図面により説明すると、第 6 図 (a) (b) に示すように、まず電けん ST を閉じれば A 継電器は a_2 不動作接点を経て、また B 継電器は a_2 不動作接点と a_1 接点を経て、それぞれ同時に励磁されるが、 A 継電器にはバリコン C に充電電流が流れるため直ちに動作せず、その動作には t_0 時間を必要とする。したがってまず B 継電器が d_1 時間後動作して、その接点 b_3 によって自己保持される。次に A 継電器が動作し、 a_2 動作接点、 b_2 動作接点によって B 継電器は短絡され t_0 時間後復旧するが、 A 継電器もまた a_2 動作接点によって回路が開放され t_0 時間後復旧する。しかし B 継電器の復旧後、しばらくしてから復旧するようその時間をバリコン C によって調整する。 A 継電器の復旧後は以上の動作をくり返して連続パルスが発生するのであるが、そのパルスは B 継電器の接点 b_1 によって $PC-PB, PC-PA$ 間に送られ、その速度および比は



第 6 図

バリコン C および継電器に並列に接続された可変抵抗 R によって加減できる。すなわち、パルス時間を制御する A 継電器はバリコン C によってその時間が制御され、またパルス時間中の比は B 継電器によって制御するが、可変抵抗 R によってその時間が制御される。この発明によれば、従来の継電器式可変インパルスセンダにくらべて、わずか 2 個の最小継電器数によってその速度および比が独立に可変できるパルスを得られるから、価格が低廉になりそのうえ取り扱いと調整が容易にできる効果がある。

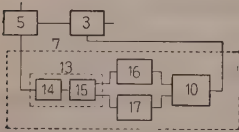
68. 自動周波数制御方式

特許 256871 (特公 昭 34-5911)

発明者 渡部 優, 御法川秀夫

特許権者 三菱電機

この発明はパルス変調波のような広帯域信号を扱う送受装置の自動周波数制御装置に関するものである。第 7 図で入来信号と局部発振器 3 の出力はミキサ 5 で混合され、中間周波数は自動周波数制御装置 7 にはいる。自動周波数制御装置は周波数弁別器と局部発振器制御回路 10 とからなるのであるが、この発明では中間周波数信号の帯域が 200 Mc といった広帯域のものを扱うために、弁別器を中間周波数 f_0 より上下等間隔に離れた 2 周波数 f_1, f_2 で、それぞれ最高利得を持つ 2 個の増幅器 14, 15



第 7 図

を縦続接続した増幅装置、および f_1 と f_2 の信号だけを検波する選択性検波器 16, 17 で構成している。そのためこの発明によれば、それほど広帯域特性を必要としない増幅器で済ませて広帯域信号の周波数弁別を有効に行うことができ、また弁別器中に利得特性のずれた 2 個の増幅器を並列に接続して使用した従来のものにくらべ、増幅器の増幅度の変化による制御中心周波数の変動を完全に除去できる利点がある。

69. 空気しゃ断器

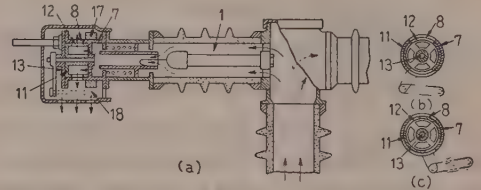
特許 257476 (特公 昭 34-6023)

発明者 安藤卓郎

特許権者 日立製作所

この発明は、空気しゃ断器で給気側あるいは排気側

の空気通路に絞り弁を設け、それら弁を電流しゃ断時は開の方向に動作し、電流しゃ断と同時に絞り方向に動作するようにし、かつしゃ断すべき電流の大きさにより通気量を自動調整するようにしたことを特徴とするもので、すなわち、第 8 図 (a) でしゃ断室 1 の排気側に排気孔 8 を備えた導電筒 7 を設け、その筒内には排気孔 12 を備えた筒状絞り弁 11 を回転軸 13 とともに可回転的にはめあわせ、また筒外には固定鉄心 17 を設け、その鉄心と共動する可動鉄心 18 をレバーを介して上記回転軸に連結したものである。



第 8 図

したがって短絡電流しゃ断の場合にはその電流が導電筒に流れ、固定鉄心は可動鉄心を吸引するから筒状絞り弁はレバーを介して回転し、導電筒および絞り弁に穿設した各排気孔が正対し [(b) 図参照] 充分な通気を許し、大量の吹き付け空気流量でアークを吹き消し、しゃ断を完了する。しゃ断と同時に固定鉄心は磁束を消失し、可動鉄心はレバーに設けられた復帰ばねによって開離方向に回転され、したがって絞り弁は復元して排気孔 12 と 8 との開通を閉そくし [(c) 図参照] しゃ断室の空気圧力を上昇させ、電極間の絶縁耐力を高めて再点弧の発生を有効に防止する。また小電流しゃ断の場合には固定鉄心の磁束は短絡電流の場合にくらべ少なく、したがって絞り弁の回転も小さく、排気孔 12 と 8 とは正対せず排気通路を狭めているので、しゃ断室内に送入された空気の排出が制限され、室内の圧力を高めて有効にしゃ断が完成される。

以上は絞り弁を排気側通路に設けた場合についての概要であるが、これを給気側通路に設けることによって、しゃ断電流の大小に応じ、しゃ断室内への送気量を自動的に調整することができ、空気しゃ断器のしゃ断性能を経済的にかつ合理的に改善することができる。

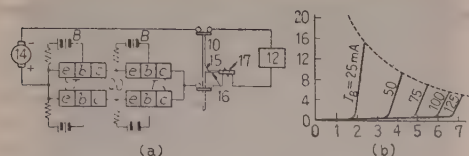
70. 回路しゃ断器

特許 256991 (特公 昭 34-6330)

発明者 Jerome Sandin

特許権者 W. H.

この発明は回路しゃ断器に直列にトランジスタを接続し、このトランジスタのベース—エミッタ間に予定のバイアス電圧を印加することにより、回路しゃ断器を通る電流をしゃ断器のしゃ断容量に制限するものである。第 9 図 (a) にその一例を示す。(b) 図に示すようにトランジスタはベース電流 I_B の値に応じてコレクタ電流を予定の値に制限する特性を持っているか



第 9 図

ら、主回路に短絡が生じて、短絡電流がしゃ断容量以下となるように I_B の値を適当に選んで安全に回路しゃ断をすることができる。

71. 拡声器用場磁石の組立方法

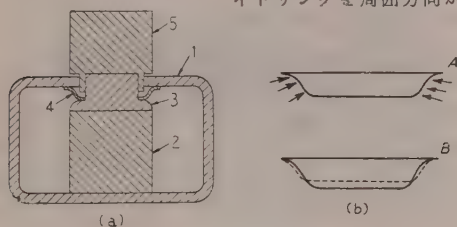
特許 258441 (特公 昭 34-6452)

発明者 厨川 守, 小林次雄, 木村敏郎

特許権者 東京芝浦電気

拡声器用場磁石の組立方法として、従来は第 10 図のように磁極片 3 とガイドリング 4 を継鉄 1 の外側から適用したゲージ 5 によって規定位置に配置し、磁石 2 を圧入して組み立てるのであるから、磁極片は継鉄の円孔の中で、継鉄の円孔とゲージの外側との間の裕度およびゲージの内側と磁極片との間の裕度の両裕度の和だけ偏心することが多かった。

この発明は、その欠点を除いた組立方法に関するものであって、磁石を中心位置にゆくるそう入したのち (b) 図 A に示すようにガイドリングを周囲方向から



第 10 図

72. 極超短波位相調整装置

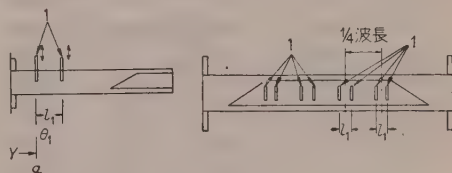
特許 258757 (特公 昭 34-6465)

発明者 川橋 猛

特許権者 日本電気

従来から広く使用されている誘電体板位相調整器は長さが長くなり、構造が複雑なため簡単に位相調整を行えない欠点があった。

この発明は第 11 図に示すように、導波管にビス 1 などのほぼ同じ値でかつ同じ符号を持つリアクタンス素子を設け、その間隔 l_1 をリアクタンス素子が並列容量性または直列誘導性の場合には約 0.18 波長に、また、並列誘導性または直列容量性の場合には約 0.32 波長に選んだものである。このように間隔を選ぶこと



第 11 図

第 12 図

によって設置場所いかににかかわらず最大位相量はほぼ一定で、かつインピーダンス整合を乱すことのない位相調整装置を得ることができる。なお、第 12 図に示すように従来から用いられている誘電体板に、この発明を付加することによって、全体の長さを短縮することもできる。

ニ ュ ー ス

◆ 昭和 35 年度重電機輸出目標決まる

通産省では先般重機械輸出会議重電気機械部会を開き、昭和 35 年度輸出目標について検討した。その結果、輸出総額は前年度実績 (一部推定) を 82% 上回る 6,855 万ドル、通関 5,428 万ドル (対前年度比 51% 増) と決定した。その内訳は下表のとおりで、発電プラントが 4,535 万ドル (前年比 152% 増) と大半を占め、民生機器 1,084 万ドル、電気計測器 210 万ドル、その他の電気機器 1,026 万ドルとなっている。

なお仕向地別輸出目標額はベトナムが 703.7 万ドルでもっとも大きい、このうち大半の 647 万ドルが賠償額となっている。これについてはフィリピン 493 万ドル (賠償額 270 万ドル)、ビルマ 312.8 万ドル (同 290.8 万ドル) で、賠償分を除くとアメリカが 300 万ドルで第 1 位を占めている。このほかイラン 112.5 万ドル、琉球 149.5 万ドル、セイロン 111.8 万ドル、メキシコ 66.6 万ドル、ベネズエラ 42 万ドル、カナダ 13.7 万ドル、ユーゴスラビア 4.2 万ドルとなっている。

(単位: 千ドル)

		34 年 4~12 月 実績		35 年 1~3 月 推 定		34 年 4 月~35 年 3 月 実績 (一部推定) (A)		34 年度 目標 (C)	
		契 約	通 関	契 約	通 関	契 約	通 関	契 約	通 関
発 電 プ ラ ン ト	水 力	4,664	4,411	1,500	1,500	6,164	5,911	12,425	9,267
	火 力	3,925	1,067	1,300	350	5,225	1,417	5,992	2,260
	ディーゼル	579	1,191	200	400	779	1,591	2,518	1,576
	送変電設備その他	3,469	4,755	1,150	1,500	4,619	6,255	6,296	6,479
	小 計	12,637	11,424	4,150	3,750	16,787	15,174	27,231	19,582
	水 門	855	855	0	0	855	855	1,150	—
民 生 機 器	水 圧 鉄 管	368	368	0	0	368	368	3,500	—
	水 鉄 塔	0	0	0	0	0	0	3,145	—
	合 計	13,860	12,647	4,150	3,750	18,010	16,397	35,026	27,377
民 生 機 器	扇 風 機	3,510	3,510	1,120	1,120	4,630	4,630	4,250	4,250
	そ の 他	4,002	4,002	1,300	1,300	5,302	5,302	2,822	2,822
	合 計	7,512	7,512	2,420	2,420	9,932	9,932	7,072	7,072
	電 気 計 測 器	1,200	1,200	400	400	1,600	1,600	2,100	2,100
	そ の 他 の 電 気 機 器	6,084	6,084	2,000	2,000	8,084	8,084	7,802	7,802
総 計		28,656	27,443	8,970	8,570	37,626	36,013	52,000	36,556

35 年度 上期目標		35 年度 下期目標		35 年度 輸出目標(B)		B/A (%)		B/C (%)		A/C (%)	
契 約	通 関	契 約	通 関	契 約	通 関	契 約	通 関	契 約	通 関	契 約	通 関
6,800	2,700	6,880	2,750	13,680	5,450	222	92	110	59	50	64
2,300	1,370	2,350	1,300	4,650	2,670	89	188	78	118	87	63
700	200	720	200	1,420	400	182	25	56	25	31	101
7,000	5,500	6,950	5,410	13,950	10,910	302	174	222	168	73	97
16,800	9,770	16,900	9,660	33,700	19,430	201	128	124	99	62	77
0	0	3,000	3,000	3,000	3,000	350	350	261	—	74	—
0	0	5,200	5,200	5,200	5,200	1,413	1,413	148	—	11	—
0	0	3,450	3,450	3,450	3,450	—	—	109	109	—	—
16,800	9,770	28,550	21,310	45,350	31,080	252	190	129	114	51	60
2,480	2,480	5,002	2,500	4,980	4,908	108	108	117	117	109	109
2,900	2,900	2,960	2,960	5,860	5,886	111	111	208	208	188	18
5,400	5,400	5,440	5,440	10,840	10,840	109	109	153	153	140	140
1,000	1,000	1,100	1,100	2,100	2,100	131	131	100	100	76	76
5,100	5,100	5,160	5,160	10,260	10,260	127	127	132	132	104	104
28,300	21,270	40,250	33,010	68,550	54,280	182	151	—	148	72	99

◇ わが国最初のマイクロビーコン局

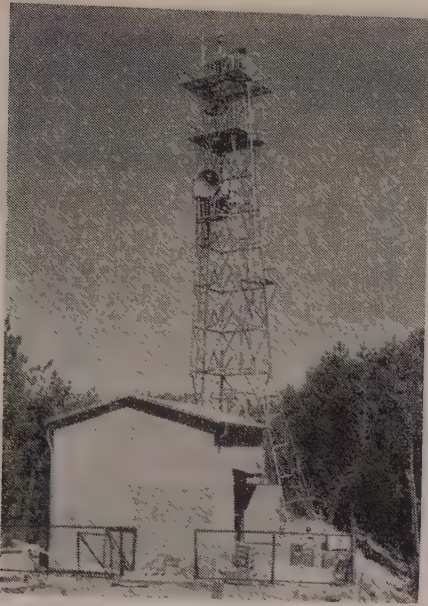
霧中などの悪視界の中でも簡単に、かつ灯台の光を見るように容易に航行の助けとなる電波灯台、それが今度岩手県の綾里埼に海上保安庁により建設されたマイクロ波回転標識である。小形船舶でも容易に入手できる3万円程度のトランジスタ受信機の使用により、このビーコン局を方向探知することもできれば、また北方信号をきいた後“ピッピ”という数を数えて船とビーコン局を結ぶ線の方位角も知ることもできる。つまり3万円の方向探知機兼回転ビーコン受信機というわけである。

送信機は安立電波製で、送信周波数は9,310 Mc, 高速回転ビーム用と低速回転ビーム用の2種類で1組となっている。ビーム幅はそれぞれ20°と2°である。高速回転ビーム(150 rpm)と低速回転ビーム(5/6

rpm)が北方を向いて一致しているとき、857 c/sで“ピッピッピッ”と北方信号を出す。これはビームが857 c/sのくり返しパルスを出しながら4回150 rpmで回転するから、電波はビームであるがどの方向の受信機にも聞えるわけである。それに引き続き“ピッピ”の音は600 c/sに変わり、五つ目ごとには数えやすいように750 c/sとなり、“ピッピ”の音が聞える。低速回転の1,000 c/sの音を聞くまでの数の2倍が船の方位となる仕組みになっている。受信機にはビーム幅15°の電磁ホーンがついているので、上記の受信のほか方向探知もできるわけである。また付属の減衰器によりだいたいの距離も知ることができる。

この装置は、既設の灯台とともに日本電気製12,000 Mcの1個所多射板を使ったマイクロ回線により、約12 km 先の大船渡から完全に遠隔操作される。

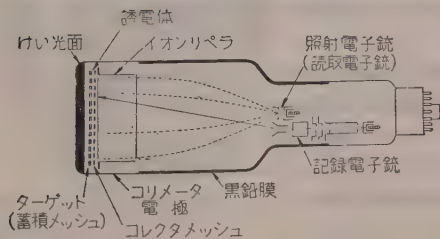
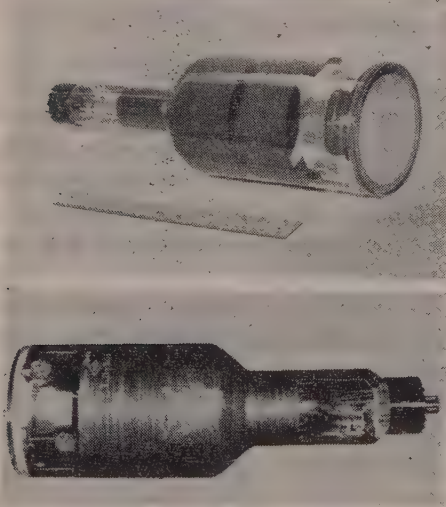
有効距離は約40マイルであるが、これはもちろん



局の高さによる見通し距離である。

◆ 直視形蓄積管完成

日電、東芝では直径 133 mm (5 インチ) の二定電位記録式直視形蓄積管 (決定的瞬間を長くとどめて見



断面図

ることのできるオシロ用ブラウン管ともいふべきもの)を完成した。この管は記録電子銃 (従来のオシロ管と同様の構造と機能)、照射電子銃 (読取電子銃ともいう)、コリメータ、イオンリペラ、ターゲット (蓄積メッシュ) およびけい光面などの電極系を含んでいて、けい光面のすぐ背後にあるターゲットの誘電体蓄積膜表面に記録電子銃からの電子信号ビームをあてることによって、電荷の形で信号波形が蓄積される。蓄積膜表面の記録ビームのあたった部分からは二次電子を放出するので、その部分に正の電荷像を生ずる。照射電子銃は、ちょうど点光源から出る光のように発散する電子ビームで、スクリーン全面を照射するが、蓄積膜は上記の電荷像のある部分だけ照射ビームを透過するので、蓄積された電荷像と同じ形のけい光像をスクリーン上に直視できる。

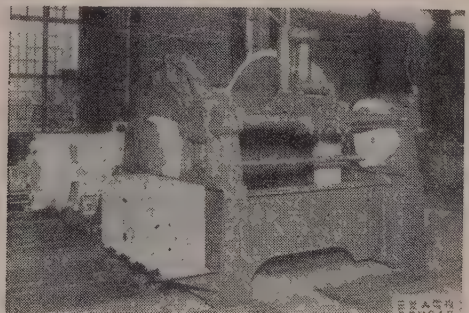
この管の特長は、(1) オシロ管としての性能のほかには過渡現象の電氣的波形をゆっくり止めて観測、記録できる。非周期的現象の電氣的波形をスナップショットして観察記録できる。(2) 記録蓄積時間が非常に長い。(3) 記録可能な速度範囲が広い。(4) 波形の映像が明るく、輝度が変動しない。(5) 記録波形はいつでも消去でき、また残光時間の制御ができる。

◆ 新構想の純電気式

トウイングウインチ完成

日本サルベージ会社では、わが国で最初の航洋救難船 (サルベージ曳船) 早潮丸 (総トン数 1,070 トン、三菱造船建造) を新設したが、この曳船用として、三菱電機では、新構想の純電気式オートマチックトウイングウインチを製作中であつたが、門司港外での実地曳船試験に優秀な成績を収めた。

従来この種曳船では、波浪による衝撃のため、しばしばロープの破断事故を経験しており、これを防止するためには、曳船間隔を著しく長くにとって、ロープのたるみにより衝撃を吸収していたが、今回のトウイングウインチでは、曳船の除のロープ張力に応じて自動的に繰り出し巻き込みを行い、ロープに加わる衝撃を吸収するとともに、曳船間隔を一定に保持することができる。



この種オートマチックトウイングウインチは海外においても最近ようやく実用の域にはいったもので、主として蒸気式のものが多く、もちろんわが国では全く製作例のないものである。

この機械のおもな要目は、

ロープ直径: 52 mm, ロープ長さ: 600 m, 繰り出し最大張力: 35 t, 電動機: 45 kW 直流電動機, 制御方式: ワードレオナード方式

◆ セイロン、インドに

電球などの技術援助契約成る

東南アジア、中近東および南米などの海外企業との技術提携やプラント輸出が最近活発に行われているが、このほど東芝はセイロンの新会社“セイロン電球電器会社 (Ceylon Bulbs and Electricals Ltd.-CBE 社)”との間に資本および技術提携、またインドの“プラディプ電球会社 (Pradip Lamp Works)”, “ラジオ・アンド・エレクトリカルス・マニファクチャリング会社 (Radio and Electricals Manufacturing Co. Ltd.-レムコ社)”および“エレクトリック・コンストラクション・アンド・エクイップメント会社 (Electric Construction and Equipment Co. Ltd.-ECE 社)”との間にそれぞれ技術援助契約を結んだ。

東芝は三井物産と一緒にセイロン企業との資本提携で、セイロンに CBE 社を設立し、当初年間 200 万個の電球生産に技術援助を行うものである。これまでも同社は台湾に管球関係の技術援助やプラント検出を行ってきたが、今回のように海外投資の形で契約締結をしたことは大きな意義がある。

またインドのプラディプ電球会社との間にも電球、せん光電球およびけい光ランプなどの製造に関する技術提携契約を締結した。プラディプ社は一般照明電球と小形電球のメーカであるが、東芝は同社に電球の増産およびけい光ランプの生産に技術援助を行うもので、材料および製造機械設備を輸出することになっている。

レムコ社はインド・マイソール州政府支配の法人で積算電力計、ラジオなどの製造を行っている。東芝はすでに積算電力計の技術援助を行っているが、今回は単相、三相の積算電力計のほか、永久磁石、継電器を含めての技術援助を行うものである。

ECE 社は小形電動機、変圧器および制御器などの製造会社である。東芝はすでに変圧器に対しては技術援助を行っているが、ECE 社は最近さらに広い製品分野へ進出するため、電磁開閉器などモータスタータに関する契約を締結したもので、東芝はこれにより ECE 社の製造設備の合理化、近代化に著しい貢献をすることと思われる。

これらわが国の技術が、東南アジア諸国をはじめ、中南米諸国の企業にも進出する傾向が強くなり、今後

ますます拡大される機運にあるので、近い将来にさらに数多くの技術援助が行われるものと期待されている。

◆ イラクへ公衆用の

電力線搬送装置を輸出

日本電気では、かねてからイラク国の首都バグダッドからユーフラテス川に沿って、シャミヤ市に至るよう長約 300 km の 132 kV および 66 kV 送電線を利用する公衆通信用電力線搬送装置の入札に参加していたが、このほど正式契約を完了した旨を発表した。

この入札にはドイツ・ジーマンス社をはじめ、イギリスの S.I.C. 社、スイスのブラウン・ボベリ社なども参加していたが、技術的にもわが国電力線搬送技術が、世界の最有力メーカのレベルにくらべて、少しもひけをとらないことを立証したばかりでなく、電力線搬送を公衆電話サービスに供することは、世界にも前例を見ないという点で、注目をひいている。

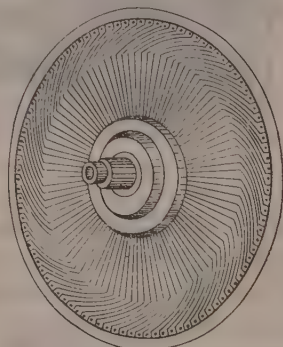
なお主要回線は、バグダッドーヒラ間公衆電話 10 回線、公衆電信 8 回線、電力保安用電話 1 回線、キャリアリレー 2 回線であるが、このほかヒラーシャミヤ間、ヒラームサエブ間など多数の分岐回線が予定されており、輸出を予定されている機器には、6 チャンネル電力線搬送電話装置 12 台、搬送電信装束 8 台、1 チャンネル電力線搬送装置 14 台などが含まれており、工事費を含み総額 2 億 7,000 万円に達するといわれる。

◆ プリンテッドモータ現わる

パリの SEA (Société d'Electronique et d'Automatisme) の F. H. Raymond, J. Henry-Baudot 氏は直流電動機の巻線を印刷によってつくる方法を発明した。

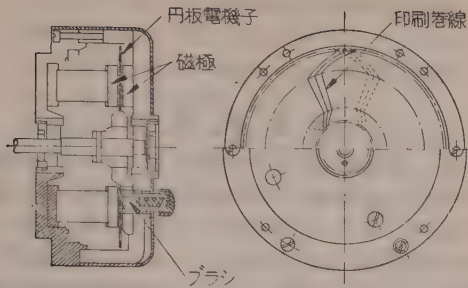
これはレコードのような円板状電機子素材の表、裏にリボン状の導体を印刷でつくるもので、外周および内周で表裏の導体を接続して巻線を形成する。波巻、重巻いづれにもつくることができ、また極数も任意である。円板電機子の形および電動機の構造の概要を第 1 図、第 2 図に示す。

電機子素材はガラス系の材料を用いるが、導電性のものを用いてうず電流によるブレーキ作用をもたせることもできる。素材の厚さは 1 mm 以下、整流子は特に設けず円板面に直接ブラシをおく。出力は数



第 1 図 電機子

ワットから数キロワット、使用電圧は数ボルト～20 V



第 2 図 電動機構造図

程度が適当のようである。回転は数千 rpm は容易である。

この機械の特長は巻線を印刷でつくるため、小形でも巻線の工程が容易で量産に適し、また電氣的、機械的慣性が非常に少ないことであり、応答時間（停止かする時間）0.004 s という全速度まで達例もある。回転子加速度は $(10 \sim 60) \times 10^3 \text{ rad/s}^2$ 程度が出せる。

本機の用途は慣性の少ないことを利用して、サーボ機構、自動制御系などに大いに長所を発揮することが予想される。またスリップリングもつけければ復流発電機、インバータなどにも当然使える。

本 会 記 事

第 48 回通常総会

昭和 35 年 5 月 21 日午後 1 時 50 分から電気クラブ講堂において第 48 回通常総会を開催、出席正員 4,579 名（うち委任状 4,519 通）渡辺会長議長となり次の件を行なった。

- (1) 昭和 34 年度事務及び事業報告
- (2) 昭和 34 年度収支決算報告
- (3) 昭和 35 年度収支予算の件
- (4) 浅野賞、電力賞、電気学術振興賞贈呈の件
- (5) 役員改選報告
- (6) 新会長挨拶

(1) は藤高総務理事、(2) は高木会計理事から報告がありいずれもこれを承認した。

(3) は高木会計理事から説明があり原案通り可決した。

(4) は渡辺会長から賞状および賞金を贈呈、熊谷三郎、堀 貞治、山本義行、宮田秀介、佐藤勇吉（振興賞代表）の諸君から謝辞があった。

(5) は藤高総務理事から報告があり、終って渡辺会長から退任役員を代表しての挨拶、宮本新副会長から会員を代表して謝辞が述べられた。

次で後藤新会長の就任の挨拶があり、3 時 50 分総会を終了した。

特別講演会 総会に引続き 4 時 5 分開会、下記講演ならびに映画上映があり 5 時 20 分閉会した。

講演 国際技術協力について

国際技術協力協会理事長 進藤武左衛門君

映画 日本の動力産業 国際技術協力協会提供

功 績 の 表 彰

第 48 回通常総会において、次の諸君に賞状および賞金を贈呈した。

浅野賞 大阪大学 熊谷三郎君

昭和 35 年 6 月 (J.I.E.E.J.)

電力賞 { 電源開発 堀 貞治君
同 山本義行君

同 九州電力 宮田秀介君

電気学術振興賞・進歩賞

(1) 国際比較用高精度標準コンデンサの完成

電 試 大橋章男君

同 菅野 允君

同 小泉欣也君

(2) 永久磁石励磁電子顕微鏡の完成

日 立 木村博一君

同 菊池嘉夫君

(3) 座席予約用電子装置の開発

東 大 穂坂 衛君

鉄道技研 大野 豊君

日 立 谷 恭彦君

同 熊谷千尋君

(4) 世界最大容量の自励複巻同期発電機の開発

明 電 舎 村山義夫君

同・論文賞

(1) 送電線鉄塔の衝撃電圧特性

電力中研 川合幹雄君

(2) AFC より見た系統特性と変動特性およびその応用

東 大 関根泰次君

(3) 送電線の中性点接地方式と通信線誘導電圧との関連性

三菱電機 山田栄一君

同 迎 久雄君

同・文献賞

(1) 水力発電所の自動制御

東京電力 佐藤勇吉君

浅 野 賞 贈 呈 文

貴下は夙に気中放電の研究において優れた業績をあ

げ、火花放電現象を放電ギャップを含む回路系の安定度の問題として処理すべきことを提案し、進んで格子制御気中放電装置を考案された。更に内燃機関の電気点火に関する研究を行い、「発動機電気点火論」の著述は同分野の技術指導と共に高く評価されている。大戦後は高周波加熱の研究に関与し、新CM形方向性結合器を発明し、これを用いて取扱いの容易にしてしかも精度の高い良好な周波数特性をもつ高周波電力計の実用化に成功された。最近においてはマイクロ波伝送系と非線形回路を研究の主対象とし、数々の優れた貢献をなされた。

これらわが国電気学術および技術の進歩発達に寄与された功績は誠に多大である。よって浅野賞電力賞規程第二条により浅野賞を贈呈する。

昭和三十五年五月二十一日

電気学会々長 渡辺 寧

熊谷 三郎殿

電力賞贈呈文

貴下等は多年主要送電幹線の設計施工に卓越した技術を発揮して多くの貢献をなされた。なかんずく電源開発株式会社において、豪雪地域を含む山岳地帯と人口稠密な平野地域とにわたって架設した275キロボルト只見送電線については、送電容量、電線強度、電波障害防止、誘導障害対策等地域的に解決を必要とする問題が多々あったのであるが、貴下等は力を結集して諸種の悪条件を克服して完成を見るに至った。このようにわが国電力事業の発達に寄与された功績は顕著である。

よって浅野賞電力賞規程第三条により電力賞を贈呈する。

昭和三十五年五月二十一日

電気学会々長 渡辺 寧

堀 貞治殿

山本 義行殿

電力賞贈呈文

貴下は大正十五年京都大学工学部電気工学科を卒業され、日本電力株式会社、日本発送電株式会社を経て九州電力株式会社に入社、多年工務関係の責任者として九州における電力事業の発展に尽力された。その主なるものをあげれば、上椎葉発電所の建設、九州中央幹線と山家変電所の建設、220キロボルト北九州幹線および西谷変電所の建設、直列コンデンサ方式による幹線ループの実施、新関門幹線の建設、マイクロ波および電力線搬送多重伝送方式の採用と水火力AFCの実施等があり、わが国電力事業に対するその功績は甚だ大である。

よって浅野賞電力賞規程第三条により電力賞を贈呈する。

昭和三十五年五月二十一日

電気学会々長 渡辺 寧

宮田 秀介殿

5 月 理 事 会

5月21日午後5時30分から電気クラブ会議室にて開催、渡辺前会長、富山前副会長、藤高（兼前東京支部長）内藤各前常務理事および後藤会長、福田、宮本、平井各副会長、関、和田、木村、小沢、上之園、柳井、荒川各常務理事、斎藤、佐川両支部長出席、長島参事、田野囑託、柏原、久田主事、長島書記および異通信教育会専務理事、飯島同主事、栗原同囑託列席、下記事項を協議した。

1. 事務引継に関する件 次の事項に関し引継を行った。

- (1) 昭和35年度電気学会役員名簿
- (2) 同 35年度収支予算
- (3) 事業維持員数および口数増加計画
- (4) 創立70周年記念事業に関する件
- (5) 創立75周年記念事業に関する件
- (6) 昭和35年電気四学会連合大会に関する件
- (7) 同 36年電気四学会連合大会に関する件
- (8) 品質管理大会共催に関する件
- (9) 自動制御連合講演会に参加の件
- (10) 設備管理講演会協賛の件
- (11) JIS-小形電気機械の振動・衝撃試験法説明会後援の件
- (12) チェコスロバツク工大教授 Cigánek 博士来邦に際し、見学、講演、座談会等斡旋の件
- (13) URCI 大会に協力の件
- (14) 本会蔵書の保管に関する件

2. 副会長事務分担に関する件、次の通り決定

総務、会計関係	福田副会長
編修、調査関係	宮本副会長
地方関係	浅見、平井両副会長

3. 退任理事への記念品贈呈に関する件 予算額以内で贈呈することとし会長に一任した。

4. 委員更任に関する件 次の通りとした。

- (1) 財務委員会第1号委員
 新任 福田副会長、関、木村理事
 退任 富山前副会長、藤高、高木前理事
 留任 和田理事
- (2) 対外委員会第1号委員
 新任 後藤会長、福田、宮本副会長
 退任 渡辺前会長、富山前副会長
- (3) 広告改善委員会
 新任 委員長一和田理事 委員一木村理事
 退任 高木前理事 留任 森 理事
- (4) 規則により、本会役員就任により委員となるもの

- a) 電気規格調査会第1号委員, 会長, 副会長, 調査理事
- b) 通信教育会第1号委員, 会長, 副会長, 総務, 会計, 編修, 調査理事
- c) 編修委員会, 委員長一宮本副会長, 幹事一小沢, 森, 上之園, 柳井理事
- d) 調査研究委員会運営委員会, 委員長一宮本副会長, 幹事一荒川, 岡村理事

5. 昭和36年電気四学会連合大会委員会委員選定に関する件, 宮本副会長, 山田, 木村, 上之園, 柳井, 岡村理事を選定した。

6. 高電圧試験調査専門委員会設置に関する件, 委員の構成につき再考を促すこととした。

7. 報告 (1) 4月決算, 会員異動, 通信教育会事業

編 修 委 員 会

5月編修幹事主査会 5月10日午後5時30分から電気クラブ2階会議室にて開催, 福田委員長, 和田幹事長, 小沢, 森幹事, 高山, 上之園, 鶴見, 柳井, 山川, 野田主査, 小林, 太田, 日下部副主査, 長島参事, 長島, 天野, 川島書記出席

(a) 寄稿の査読結果により次の20件を採録することに決定した。

- (1) 熱核反応点火のための抵抗加熱の条件
- (2) 液体用静電容量形濃度計
- (3) 実用的アナライザの電力紙ケーブル過渡現象解析への応用
- (4) ゾーン溶融法による Bi_2Te_3 結晶の製作とその熱電的性質
- (5) 自動最適化の一方式
- (6) 誘電形高周波発電機の出力の限度について
- (7) T級珪素鋼板の熱処理法と磁性
- (8) サーボ掛算器を含むアナログ計算機回路の演算誤差と組合せサーボ掛算器による軽減法
- (9) 電気用語と漢字制限に関連して
- (10) 二相誘導速度発電機の異常残留電圧について
- (11) ポリエチレンの誘電的性質その他に及ぼす放射線照射の効果
- (12) 情報量 $H(x)$ の測定方法
- (13) 拡張された飽和関数法について
- (14) 誘導機のコンデンサ自励現象
- (15) 乱数電圧を用いる積分演算器
- (16) 多断統素子を有するチョッパ回路の特性計算法
- (17) ブロックダイアグラムシミュレータと自動プログラム方式の結合
- (18) 有機チタン化合物による酸化チタン薄膜の製法
- (19) 直流大電流アーク駆動時の膠着現象の研究

(20) 用語選定について

(b) 「技術綜説」として下記を依頼することとした。

放射性物質の標準……………由良 治君
最近の市街地変電所の状況……………高木 利夫君
給電設備の機械化……………上之門典郎君
送電線の塩塵害対策……………竹村 東虎君
高速電鉄用架線方式……………象沢 郁郎君
エサキダイオード……………岩田 三郎君
電界発光とその応用……………和田 正信君

(c) 講演欄に下記を掲載することとした。

通常総会特別講演

国際技術協力について……進藤武左衛門君

連合大会特別講演

北海道の将来の産業について…藤波 収君

4月ニュース委員会 4月26日午後5時30分より丸ノ内精養軒にて開催, ニュース題目11件を選定した。

4月学界時報委員会 4月28日午後5時30分より日本交通協会会議室にて開催, 学界時報抜萃予定題目72件を選定した。

5月広告改善委員会 5月4日午前10時より電気クラブ2階会議室にて開催, 雑誌7月号の広告割当を行った。

前会長, 前副会長招待会

5月16日午後5時30分から東京丸の内の常盤室にて開催, 渋谷, 梶井, 八木, 瀬藤, 鳥養, 大山, 坂山, 星合, 尾本, 石川, 駒形, 山下, 古賀, 一本松各前会長, 米沢, 石川, 密田, 野田, 風岡, 大河内, 高橋, 大西, 北川, 鳥山, 島津各副会長ならびに渡辺会長, 富山副会長, 藤高, 関, 和田 弘, 小沢, 内藤, 荒川各常務理事, 長島参事, 田野囀託, 久田主事, 異通信教育会専務理事が出席し, 先ず渡辺会長から本会事業の現状につき報告があり, 次で会食後懇談にうつり, 渋谷, 一本松, 星合, 古賀, 瀬藤, 鳥養, 山下, 梶井, 駒形, 坂山, 八木各前会長および北川, 石川, 風岡, 高橋各前副会長から各種産業ならびに科学技術に関する最近の内外の事情などにつきテーブル・スピーチがあり, 午後8時散会した。

席上, 当会の会長の任期延長説も出たが, 現制度は大正10年から, 従来の2年制を1年制として実施しているもので, 有能な会員を擁する当会としては, 多くの方々に会長として就任して会の情勢を見ていただき, 実務は任期2年の副会長(昭和9年から定員2名を4名とした), 常務理事などの方々の御尽力を期待する精神であったと, 当時の事情につき渋谷前会長から説明があり, その他2, 3の前会長から1年制賛成の声もあった。

ちなみに, この会合は当会の会長および副会長であ

った方々を招待し、会の現状を報告し、御意見を拝聴するための催しで、昭和 11 年 4 月に事業維持員制度創設の際開催以来のもので、昭和 20~25 年の間は戦争等のため中止していたが、同 26 年から復活したのである。

昭和 35 年連合大会委員会、部会連合会

5 月 12 日午後 5 時 30 分から電気クラブ会議室にて開催、一般講演原稿受付 1,839 件に対し再審査を行い、かつ座長候補者を選定した。

昭和 35 年連合大会委員会、部会主査幹事会

5 月 24 日午後 5 時 30 分から電気クラブ会議室にて開催、特別講演、シンポジウム、一般講演等の日時、会場の割当てと各座長を決定した。

昭和 35 年連合大会委員会

5 月 26 日午後 5 時 30 分から電気クラブ会議室にて開催、大会予算その他につき協議した。

東京支部記事

通常総会 5 月 21 日午後 1 時 15 分から電気クラブ講堂にて開催、次の事項を附議した。出席者 60 名

1. 昭和 34 年度事務及び事業報告
2. 同 34 年度収支決算報告
3. 役員改選報告

次で、藤高支部長から退任役員代表挨拶、斎藤新支部長から就任挨拶があり 1 時 35 分閉会した。

座談会 5 月 23 日午後 1 時 30 分から日本電機工業会にて、Production of Electric Machinery in Czechoslovakia (誘導機、整流子機を中心として) に関し、来邦中のチェコスロバク工大教授 L. Cigánek 博士をかこみ、誘導機標準特別、誘導機専門委員、交流整流子機専門の各委員会、日本電機工業会と共同にて開催した。参加者 23 名。

役員会 5 月 23 日午後 5 時 30 分から電気クラブ会議室にて開催、次の事項につき協議した。

- (1) 事務引継に関する件
- (2) 昭和 35 年度予算案
- (3) 専門講習会、講演会、見学会予定
- (4) 支部大会開催の件

北海道支部記事

講演会 5 月 19 日午後 1 時 30 分から北海道大学工学部にて次に関する講演と映画の会を開催した。参加者 90 名

1. アルミ・シース・ケーブルについて

加藤 清君代理家形 修君

役員会 5 月 20 日午後 1 時 30 分から北海道電力会社会議室にて開催、次の事項を協議した。

- (1) 見学会
- (2) 専門講習会
- (3) 一般講演会及び通俗講演会
- (4) その他

東海支部記事

講演会 5 月 26 日午後 1 時 30 分から名古屋市日本楽器講堂にて下記講演を行った。参加者 108 名

1. トランジスターの耐圧限界について

渡辺 寧君 (静岡大学)

見学会 5 月 26 日午後 2 時 30 分から日本楽器提供の楽器の製造工程の映画を観賞し、同 3 時から同工場を見学した。参加者 108 名

北陸支部記事

総会 5 月 28 日午後 1 時から富山市富山荘にて開催、昭和 34 年度行事報告、同決算報告、同 35 年度予算、役員改選報告を附議承認された。参加者 25 名。

見学会 5 月 28 日午後 2 時から北陸電力技術研究所下奥井分室および広貫堂を見学した。参加者 32 名。

35 年 5 月入会者

正員 (46 名) 伊藤正典、石川勝美、石永和夫、榎本欣也、遠藤雅久、遠藤義昭、荻原六郎、柿元弘二、片岡秀晃、神谷 武、上柳仲三、上山卓男、亀尾謙次、木内勝造、北村嘉明、小林知道、佐伯 慎、佐々木次郎、坂田浩一、M・SR・SARMA、ジャスワント・シン、清水勝彦、柴田幹男、須田 誠、鈴木四郎、田中常治、田中 仁、田辺徳右衛門、高野文夫、丁野正秀、饒村末二、信次義次、橋本邦雄、服部嘉夫、平田大象、福田光之、福林良生、二馬玄一、舟橋完二、古市昭夫、古山茂雄、前野弘之、松井 久、向吉長門、吉田光寛、B・N・RAMANATH

准員 (148 名) 阿部陽一郎、相川伸八、浅野 尚、芦谷正裕、新井充明、荒川海造、伊沢 明、伊藤貴康、池端豊一、石黒辰雄、石田 治、市末裕史、市田勲司、稲葉正弘、乾 芳彰、今西克己、岩井俊達、岩永清、宇山信行、上田 晃、植田隆夫、内田直也、内田頼利、小川利房、越智修平、越智幸好、大林 清、岡崎 治、岡野益弘、岡本 包、沖田 豪、奥山欣二、加藤正宏、加納貴和、角野正宣、笠間重信、片山信昌、苅田正雄、川野 功、川人 卓、川村喜四司、喜多尚志、北村正男、公文淳吉、倉橋良仁、栗原 弘、小出 豊、小島晤郎、小寺 実、小林功武、香田信義、河野道昭、河本 弘、近藤 健、佐々木俊六、佐々木 博、五月女久郎、阪内敏三、坂野宏雄、貞広真二、三宮信夫、清水克祐、清水 博、渋谷 孝、庄健次郎、神野正義、白石捷夫、杉田繁治、鈴木 勲、鈴木茂行、鈴木徳治、鈴木宏政、鈴木義平、田中 曉、田中健一、田中潤次郎、田原秀穂、高城昌弘、高橋 健、高橋吉重、滝本文男、竹居敏夫、武内克彦、竹中

理, 谷川義昭, 玉木 清, 千葉常世, 千代田博行, 佃 作郎, 戸谷 武, 時枝茂治, 時田正隆, 中田達男, 中村明義, 中村忠一, 中村祇温, 長尾多一郎, 永田昭生, 永田健一郎, 永沼脩二, 新美康永, 西村宏, 馬場文平, 馬場征彦, 花田憲二, 早坂典男, 林一三, 林 直樹, 林田克哉, 林田伸一, 原 宗弘, 原田 実, 疋田 正, 平田実嗣, 福井英夫, 藤江洵治,

藤目俊郎, 本田新慶, 増永信彦, 松尾孝郎, 松岡博, 松波弘之, 松本利貞, 松本芳一, 三木弼一, 三品英二, 水田芳男, 水谷清忠, 水野 昇, 溝杭良雄, 港忠徳, 宮崎 武, 村井真一, 村井 裕, 村岡 博, 毛受新一, 最上純男, 森本征四郎, 夜久 武, 山口郁夫, 山下道也, 山本瑛夫, 山本孝一, 吉田立雄, 吉田靖夫, 吉野公章, 吉村弘通, 若月 晃

調 査 委 員 会 記 事

調 査 研 究 委 員 会

電力技術委員会 (4月 20 日)

1. 技術総説の推せん題目について決定した。
2. 専門 (委) 活動について①調査規程の分科専門 (委) の規程を活用したらよい, ②CIGRE の活動を専門 (委) にも分担したらどうかの意見が寄せられ, ②は本委員会として審議態勢が整っている, この旨 CIGRE (委) に申し入れることとした。
3. 編集理事より申入れがあった学会誌調査記事の充実に關し本委員会も協力することとした。
4. 火力発電に関する座談会の件
火力発電技術協会と共同主催で行なうことにし, 準備は幹事側に一任した。
5. 通信専門 (委) 提出の「電力用テレメータ交流周波数の標準化に関する提案」を技術報告として発表することとした。

電線技術委員会 (2月 19 日)

1. 前回議事録 4 項ケーブルの試験電圧については「本技術委員会では専委会を作らない方針とする」を「系統全部の絶縁を検討する可能性がある, この具体化を待って方針をきめる」と訂正する。
2. 年報編集について
各委員間で必要事項の調整後, 執筆を行ない, 4 月末までに幹事または学会宛に送付する。委員長は総説を書き次回 5 月 13 日の委員会で総括検討を行なうことにした。
3. 電気材料技委で機器, ケーブルの乾燥について委員会を作るに当って, 真空機器の使用法, 目的, 機器の乾燥方法などの所要事項が判然とすれば好都合であるが, ケーブル関係ではその見通しはどうかと, 宮部氏が出席されて, つぎのような話し合いが行なわれた。
いままで真空乾燥機器のメーカーは何も知らずに仕様通りに作っていたが, 使用法, その内容を知れば種々有用な方法も考えられるので好都合である。しかし, これらのことは製品の性能に直接影響する製造工程なので, どの程度の実用データが出せるか疑問である。実験室で求められる物理学データとその相関は出るに

しても, 実用面と関連をもったデータを求めることはむずかしきろうという意見が多かったが, しばらくは討論会で成り行きを見てから考えては如何ということになった。

電力応用技術委員会 (3月 18 日)

1. 前回議事録の確認。
(イ) 年報の原稿依頼は全部終わったことを確認した。
(ロ) 製鉄工業専門委員会の木村委員長から委員長重任の承諾が得られたとの報告があった。
(ハ) 電気機器の防食対策については, 使用者に調査カードを送るか再び懇談会を開くかの二つの案ができたが, 三菱電機で 3 月中に関西地方の多くの化学工場関係者との懇談会を開催することになっているので, その懇談会の結果を参考として本委員会としての方針を定めることにした。
2. 技術総説の題目の件
需要端 AVR 関係では蓮見委員が専門委員会幹事と相談することになった。
繊維工業関係では「無接点継電器」が提案されたが, 電気学会雑誌の他の欄の記事または最近の他雑誌の記事との重複がないかを調査することにした。
3. 委員改選の件
本年 5 月で任期満了となる 1 号委員の改選について相談した。
4. 事業維持員口数増加案の件
委員会の活動を活潑にするために, 標記の案を調査理事が立案中であるので, 案ができたときには協力してほしいとのことであった。
5. 専門委員会の活動方針等
(イ) 製鉄工業専門委員会は 5 月中に技術報告を提出して解散することとし, 新しい製鉄工業専門委員会の設置趣意書を技術委員会から運営委員会に提出する。
(ロ) 需要端 AVR 専門委員会は 5 月中に技術報告を出す。委員会を継続するかどうかは 4 月の同委員会決定する。
(ハ) 電機工業会の松谷技術部次長から製鉄工業専門委員会の木村委員長に圧延電動機の標準化に対

する要望事項があれば回答してほしいとの書面があったので、木村委員長からその返信を出すこととし、その写しを本技術委員会と電気学会規格調査会に送付してもらうことにした。

(二) 各専門委員会の活動状況について報告があった。

原子力技術委員会 (4月27日)

1. 電気工学年報昭和35年版編集について

部門主任の所で各部門別に検討のうえ、5月20日までにまとめて委員長宛に送付することとなった。

2. 技術綜説の執筆依頼について

「パルスハイト・アナライザ」(森川委員執筆取りまとめ)については、執筆承諾が確認された。

「放射性物質の標準」について、由良治氏(電試)に依頼することとした。

3. 技術討議会およびシンポジウムについて

4月1日に行なわれた核融合技術討議会の議事録については、小島委員の所でとりまとめ中であり、近く掲載されることを確認した。

35年連合大会のシンポジウムのテーマの調整については、責任者 和田重暢氏と打合せた結果「核融合」を取り上げたいという先方の希望はやむを得ないものと認めることとした。

4. 委員の改選について相談した。

5. 事業維持員の口数増加について

内藤委員から、学会の経費増を補うため、事業維持員の口数を増加することが運営委員会で決定されたとの報告があった。

6. 専門委員会の活動状況について

小島委員長から、核融合専門委員会について、技術討議会、シンポジウムなどを中心に最近の活動状況の説明があった。

加賀山委員長代理から原子力発電所制御専門委員会について BWR に関する技術報告を準備中との報告があった。

内藤委員長から、原子力計測専門委員会について、計測器に関するアンケートを中心に、問題点についての説明があった。

加藤委員から、「RI 利用と計測器」について、次回までに問題点を摘出し、専門委員会との関連性について検討することとなった。

電波分光専門委員会 (4月19日)

○強磁性共鳴吸収測定法について(植松幹事)

ΔH のきわめてせまい強磁性物質について吸収を測るときに必要な式が発表された。

○材料測定法よりみた電波分光(小笠原委員)

前回の継続

電子管専門委員会 (4月27日)

○委員長より新たに依頼した委員の紹介があった。

平島 正喜(電通大)、中野三千代(松下)

鈴木 忠平(国際)

○シンポジウム

「パラメトリックビーム増幅器について(松岡 徹氏(日電))」

講演に引き続き全員で討論を行なった。

○ノイズフィギュアメータの紹介

マイクロ波管のノイズの測定に便利なメータの製品紹介と使用状況の実際を見学した。

トランジスタ専門委員会 (4月26日)

○次の資料について説明があり、討議を行なった。

「VHF~UHF 帯における α_{ce} の測定」

「Malten Diffused 形トランジスタの高周波特性に及ぼす電極 over lapping capacity の影響について」

「リアクタンスダイオード」

○35年度の運営方針につき討議した。

誘導機専門委員会

(4月28日)

○電気工学年報の件

石崎委員より原稿の一部が提出され、検討の結果、承認した。なお、残りの部分は石崎委員に一任した。

○誘導機の騒音について

守田 栄氏より騒音全般および AIEE の回転機騒音測定法について解説を聞き、質疑応答があった。

(5月18日)

○誘導機の漂遊負荷損について

ASA Test Code について検討し、直接法および間接法により漂遊負荷損を測定し、各委員がなるべく多くの実測値を集めることになった。

○誘導機インピーダンスの再検討

特殊かご形のインピーダンス決定法について討議したが、結論が得られず、まず拘束試験時の測定値について宮入委員が分析することになった。

○誘導機に関する文字記号の件

電気機器技術委員会の承認を得たので、技術報告として発表すべく原稿を作成することになった。

○等価負荷法による温度試験について

誘導機標準特別委員会の要請により、等価負荷法に関する技術報告を作成することになったので、守田委員が原稿を執筆することになった。

変圧器専門委員会

(3月24日)

○35年度版電気工学年報に入れる機種および容量を決定した。

○1960年の CIGRE の会議に提出する資料作成のため、次の事項の調査方法を一応決定した。

(1) 開閉サージによる変圧器の事故例

(2) 変圧器の損失の利用

(3) 絶縁試験法

(4) 油の劣化

(5) 単巻変圧器

○電線工業会との懇談の内容が報告された。

○変圧器の短絡強度, アメリカ各州の温度統計, 単巻変圧器の3次容量の決定, 変圧器の絶縁レベルの選り方, について文献の紹介が行なわれた。

(4月28日)

○35年度版電気工学年報の原案が提出され, 一部訂正のうえ承認された。

○CIGREからの案内状により資料提出方法および短時日での審議方法が検討された。

○CIGREへ提出のための, 油の保存方式および絶縁試験が討論された。

高透磁率磁気材料専門委員会 (5月19日)

○環状鉄心の標準寸法について小委員会案を中心に検討し, 寸法の小さいものを追加するよう, さらに小委員会でも検討することになった。

○交流(高周波を含む)の測定器について, 各社の現用装置の紹介を行なった。

○鉄心材料の温度特性についての文献紹介, supermalloyの磁気異方性エネルギー, 角形ヒステリシス材料の非対称磁化など。

AVR専門委員会 (4月22日)

○資料C-10の第4章 電気的性能試験法(案)中, 波形に関する事項および過渡応答について審議した。

○波形に関しては, 商用周波交流の波形ひずみの測定について討議がなされ, 現状をかなり詳しく紹介したいとの意向が強かった。

○現在審議中の資料C-10については, 訂正のうえC-19として提出され, これに電気的性能試験法(案)を補正して委員会報告とするなどが定められた。

核融合専門委員会

(1月18日)

○森(茂)委員より超高真空の問題について調査研究報告が行なわれ, 各所における真空の問題に対する試験をもちより検討することになった。

○河合氏(三菱)より内部導体を含む円筒コイルの動作についての研究報告が行なわれた。

○核融合に関する討議会および次期連合大会の核融合シンポジウムの計画について, 法費委員より説明があり, 次回委員会で具体案を作ることになった。また, シンポジウムは本委員会の案を提出し, 実行するか否かは大会準備委員会に一任することとなった。

○調査票を作り各所のスイッチに対する要求事項を調査し, まとめて審議することになった。

(2月4日)

○4月1日に行なう予定の核融合に関する討議会の具体的内容の検討を行ない, 次のような項目について講演および討論を行なうことになった。

- (1) 総論(核融合一般について)
- (2) 海外の情勢
- (3) 国内の状況
- (4) 高温プラズマ発生装置に関する技術的問題

(5) 高温プラズマの計測に関する技術的問題

(6) 問題点と将来の方針

なお, 以上の討議会の結果は, 適当にまとめたうえで電気学会雑誌に掲載したいと考えている。

(2月18日)

○4月1日に行なう核融合に関する技術討議会の内容について, 前回委員会で決定した事項に若干の訂正, 補正を行なった。全体の標題は「核融合に関する工学的諸問題」とした。

○中野委員より東京工大で開発した衝撃大電流放電用真空スイッチについて説明があり, 討論を行なった。

(3月22日)

○国内各所の高温プラズマ発生装置のスイッチに対する要求事項をとりまとめ検討した。

○磁場コイルの設計についての調査研究結果を, 加沢氏(日立)より報告があった。force free coil, コイルのbinde材料などにつき討論を行なった。

○ステラレータ装置の超高真空装置につき, 森(茂)委員より調査報告が行なわれた。

○次期連合大会の核融合シンポジウムの内容について検討を行ない, 案を連合大会実行委員会に提出することになった。

原子力発電所制御専門委員会 (5月11日)

○本年2月に行なわれた原子力総合研究発表会提出論文の検討第2回として, 以下の3論文が検討された。

(1) 「BWRの安定に及ぼす循環の影響」

運輸技研 寺野氏外

(2) 「沸騰水炉の動特性」

日本原子力事業 野村氏外

(3) 「BWRにおける外乱に対するボイドの応答」

日立 川合氏外

(1)はBWRの流体力学的不安定性を, (2)は安定な出力上昇極限を, (3)は線形領域における動特性の一般的な記述を, 主眼としている。

電気規格調査会

規格役員会 (4月20日)

1. 前回議事録を朗読, 承認された。

2. JIS専門委員会委員推せん

JISより, 下記専門委員会委員の推せんを依頼され, 審議の結果, それぞれ次のように決定した。

単位記号専門委員会 山田直平君(東大)

量記号専門委員会 同上

数学記号専門委員会 駒宮安男君(電試)

3. IEC会議について

宮本理事より, つぎのような報告があった。

(i) 電機工業会では, SC2B(電動機寸法) SC2F(カーボンブラシ寸法), SC2G(同期機定数)関係の出席者として, 明電舎より1名出席を予定している。

(ii) SC17A, SC17B(高低圧スイッチギヤ)お

よび Committee of Action に出席のため、要請があれば宮本理事が出席してもよい。

(iii) 日立・東芝はニューデリー駐在員がいるので、それらの人の出席を図りたい。

(iv) 6月8日～10日ロンドンで開催される TC14 (変圧器) には、CIGRE 出席のため渡欧する山村昌君に出席してもらうよう予定しており、IEC 本部に連絡をとった。

以上の件について種々意見の交換があったが、(ii) の件については東芝社長宛に会長より依頼状を出すことにした。

4. 事業維持員口数増加について

内藤学会調査理事より、学会の調査研究事業をさらに充実させるために、今年度 200 口くらいの事業維持員口数増加の運動を行なうことになった旨の趣意説明があり、本役員会にも援助を希望された。

これについては、さらに具体案ができれば協力することを申し合せた。

5. 規格関係委員会報告の学会誌掲載について

内藤調査理事より、規格関係委員会より編集委員会宛に提出される報告の中には、(1) 分量がはなはだしく多いもの、(2) 内容が全会員に周知させなくともよいと思われるものがあるので、調整してほしい旨編集理事より申し入れがあったので検討してほしいとの提案があり、相談の結果、今後規格関係委員会の報告中、学会誌に掲載を希望するものは、役員会の承認を得て提出することとした。

6. 報告および打合せ

(i) 日本規格協会主催の「小形電気機器の振動および衝撃試験方法 JIS 説明会」は、当会が原案を作成したことでもあるので、後援団体となることになった。

(ii) JIS 規格票刊行については、前回審議したとおり、電気書院と契約をした。

(iii) 現在参考程度として存置している JEC 規格のうち、すでに残部のないもの、廃止してもよいと思われるもの、など相当あるので、各常置委員会において整理をしてもらうこととした。

電気用語標準特別委員会

(2月8日)

○航空無線用語小委員会の中間報告があった。

(3月7日)

○規格調査会よりの「標準電気用語制定」に関する申し入れの取り扱いを幹事に一任した。

航空無線用語

○プラスチック用語について審議した。

○新宮行太氏よりの質問状の取り扱いについて話し合った。

避雷器標準特別委員会 (5月11日)

○避雷器標準規格第三読会案を引き続き審議した。

主な討議事項は、動作責務試験における電源短絡電流を 1,500 A 以上にすることはどうか、緩波頭サージ放電電圧の下限を定めるかどうか、特別動作責務試験の方法をどうするか、などであった。次回には、上記に関する実験データをもちより、再検討する予定である。

昭和 35 年電気四学会連合大会講演題目

(昭和 35 年 7 月 北海道)

基 礎 理 論

- 1 Combinatory Logic による構文操作の一解析法
.....田町 常夫・栗原 俊彦
2. セクエンシャル・マシンについて.....栗原 俊彦
3. 「条件づけ」構造による情報記憶過程 (Ⅱ).....吉田 典可
4. プール関数の Mod. 2 表示法について.....樹下 行三
5. 電気計算回路理論 (n 入力並列加算回路).....駒宮 安男
6. 論理式の最簡形式を導く一方法.....後藤 以紀
7. パターン認識における論理回路について.....嵩 忠雄
8. 分類に必要な比較回数問題.....喜安 善市・池野 信一
9. 2 進符号系列の残留値の分布について.....星子 幸男・杉山 宏
10. UCT のための一般用解釈ルーチンシステム "TI"
.....三保平治郎・鈴木 守・玄地 宏
11. Runge-Kutta 法により常微分方程式を数値積分した場合
の誤差について (Ⅱ).....泥堂 多積・乗松 立木
12. 有限時間長の標本による相関関数の推定誤差.....宮川 洋
13. 局所的定常過程のフィルター理論.....黒田 義輝・佐藤 達男
14. 非線形回路に与えた相関ある幾つかの Random Signal
に対する統計的手法.....太田 光雄
15. 分布雑音の理論.....並木美喜雄
16. 装置の信頼度についての考察.....萩原 宏
17. 信頼度についての一考察.....三根 久
18. ランダム・ドリフトについて.....藤沢 俊男
19. 保存式の交換について.....原 健・石井 吉一
20. 電磁気諸量の次元について.....高野 知彦・大野 康二・其田 正
21. 電磁法則より導かれる逆電磁法則及び第二空間の存在可
能性について.....品川 二郎
22. 系の相似性に関する一考察(回転機の解析手段によせて)
.....松尾 行之
23. 電気回路理論の幾何的一考察.....岩下 光男
24. 混合誘電体の周波数特性.....入江富士男
25. 土星形電極の静電容量の近似式.....相川 孝作
26. Poisson 方程式を用いた磁石磁気回路の計算
.....二見 二郎・相馬 嵩
27. 多元連立一次方程式の数値解法(電力潮流計算への応用)
.....下地 貞夫
28. 線型多端子網の形式的合成.....大野 克郎
29. 環路型 Unister, Gyristor, Resistor の相互関係について
.....山路 康夫
30. Duffing の方程式により表わされる系における初期条件
問題.....林 千博・西川 隼一
31. Manley Rowe の式の適用限界.....佐藤 洋
32. チョップ式変調回路の伝達関数.....林 重憲・水上 孝一
33. 多断続素子を有するチョップ回路の特性計算法.....中津山幹男
34. パラメータ励振を含む系 (4).....佐藤 力
35. 自動振動の領域.....末崎 輝雄・佐倉井正彦
36. 周波数引込による高調波振動
.....林 千博・柴山 広・西川 隼一
37. 非線形回路の自己変調現象(概周期振動)
.....末崎 輝雄・森 真作
38. 非線形振動の型について (第 8 報) (起再生増幅)
.....南雲 仁一
39. 直列鉄共振回路の数定条件 (振幅, 位相の時間微分を考

- 慮して).....清水 武夫・細田 正人
40. 鉄共振の跳躍時間について.....鈴木 憲司
41. 不定インピーダンスマトリクスによる線形回路網の解析
.....佐川 雅彦
42. 線形静止回路網の Z 行列の対称性について
.....石塚 喜雄・合掌 行平
43. 線形性と重ねの理について.....池田 益夫
44. 異方性不均一導波管と導波管内強制振動の解析.....林 嘉男
45. 管軸に沿うて変形のある導波管の一解析法.....堀内 和夫
46. ある二媒質・導体系からの輻射.....堀内 和夫・三原 義男
47. 半無限平行平板系による散乱.....高橋 邦夫
48. 回路素子の偏差が伝送函数におよぼす影響について
.....岸 源也・芳根 寛樹
49. ろ波器の位相特性とスペクトラル・パラメータ.....松本 秋男
50. 一般 RLC 梯子形波回路網の設計について
.....家所 得寿・土屋 享・渡部 和
51. 並列 T 型 R-C 回路の基礎的研究.....小寺 和男
52. UHF 帯遅延補償回路網の設計.....石井 順也
53. 不均一同軸回路の外部導体一大地回路の電流, 電圧分布
について (Ⅲ).....中尾 久徳
54. 結合線路型ろ波器 (Brune の Section).....斎藤 伸自・永井 健三
55. 分布定数帯域ろ波器の設計.....羽鳥 孝三

放 電 物 理

56. マイクロ波によるプラズマ診断
.....久保 宇市・原田 正世・松浦慶士・犬石 嘉雄
57. マイクロ波によるプラズマ密度測定における電磁ホーン
の影響について.....清野 武・谷口 一郎
58. マイクロ波に依る直線状放電プラズマの電子温度の測定
.....阪本 雄一・三好 昭一
59. マイクロ波によるプラズマ移相量(密度)直視方式.....関口 忠
60. 変動電場の電子密度変動のマイクロ波測定 (共振器を用い
る方法)
.....中田 順治・植之原道三・升谷 孝也・稲田金次郎
61. 移動電場の電子密度変動のマイクロ波測定 (干渉計法)
.....稲田金次郎・滝口 敏夫・植之原道三・竹谷 孝也
62. ミリ波によるプラズマ測定
.....青井三郎・仲矢茂長・加藤 澄・山本賢三・赤尾保男・田中裕二
63. 放電プラズマの電子密度測定に関する補正について
.....押山 保常・石田 哲朗
64. 放電管内に発生するテレビ波帯雑音及び分次調波振動に
ついて.....西辻 昭
65. 気中マイクロ波放電からの高調波発生 (基本波 10000 MC
パルス)
.....工藤 一衛・植之原道三・岩竹松之助・稲田金次郎
66. 気中マイクロ波放電からの高調波発生における気体の種
類と出力との関係について
.....植之原道三・升谷 孝也・稲田金次郎
67. 放電管のホール効果とその応用
.....板倉 清保・阿座上 孝・古川 計介
68. 縦磁界中の両極性拡散プラズマ柱.....宮島 重善・山本 賢三
69. 磁界中の拡散.....奥田 孝美・山本 賢三・浜島 勝
70. 磁界中のプラズマ拡散の実験.....丸 節夫・宮本 俊樹
.....飯田 慶幸・関口 忠・山田 直平
71. 短間隙アーク放電柱の拡散.....金 東海

72. 導電性管壁による放電プラズマへの影響について
.....野畑 金弘・香ノ木順平
73. プラズマジェットの基礎的研究.....篠原 卯吉・野島敬一郎
74. プラズマジェットのノズル特性
.....進藤 琢哉・館野 晴雄・斎藤 健
75. 高周波電界に対するプラズマの応答
.....高山 一男・池上 英雄・宮崎 茂
76. プラズマ中のパルス伝播.....大谷 泰之・板谷 良平・古谷洋一郎
77. 電磁衝撃波管内の電子温度とイオン温度 (パルス複探針法, 高速度写真及び分光).....山中千代衛・山村 豊
78. 蛍光灯の陰極振動
.....平島 正喜・望月 仁・新谷 治生・亀山 昂
79. 放電管の陰極振動の原因とその再現性
.....大谷 泰之・板谷 良平・古谷洋一郎
80. 熱陰極放電管の陰極振動 (第 1 報)
.....土井 貞春・久保 幸正・山本 壮司
81. 低圧放電管の電氣的振動.....宮田 豊夫・平山 鳳介
82. 陽極振動とその波形について.....竹山 説三・坊 博
83. 陽光柱における振動の停止法.....大原 省爾・高山 一男
84. ホロー陰極放電の探極特性.....土手 敏彦
85. ホロー陰極放電の負性特性機構
.....高津 清一・伊藤 富造・武者 利光
86. ホロー陰極放電におけるガスと材料の影響
.....高津 清一・戸田 利治
87. 毛細管形超高圧水銀アーク放電にみられる諸特性
.....矢崎 好夫・木崎 泰作
88. カタホレス管の構造と応用
.....岩田 倫典・宮田 豊夫・平山 鳳介
89. 火花の遅れの確率分布.....宮副 泰
90. 点弧子放電管のピックアップ条件.....御所 康七
91. N_2 ガス中における火花形成過程の研究 1.....森 為可
92. 単一電子なだれと静的破壊
.....三好 保憲・森 為可・戸田 東
93. 組合せ電極の放電特性.....赤崎 正則・保刈 柴朗
94. 球ギャップの放電電圧に及ぼす衝撃電圧波形の影響
.....原田 達哉・山口 顕
95. 照射時放電電圧の気体および気圧への依存性.....森田 達男
96. 針状突起付球状間隙における照射の影響
.....田頭 博昭・坂本 三郎
97. 小突起付ギャップの照射効果に関する二三の実験結果
.....牛田 富之
98. 球ギャップの放電電圧に及ぼす照射の影響
.....原田 達哉・山口 顕
99. 平板を対極とする棒電極及び刃形電極の火花放電特性
.....石橋 鑑造・喜多村 博・矢仲 重信・大熊 節二
100. Cross Cylinder の放電現象について.....堀田 正人・与野 照明
101. 棒状半球電極によるコロナ発生量について.....堀井 憲爾
.....百武 貞幹・原 仁吾・井関 昇・井上 利夫
.....増田 繁夫・岡本 英夫
102. 窒素中における針端コロナ放電に影響する諸因子について.....角田 美弘・荒井 健次・佐藤 芳夫
103. コロナ開始電圧の一元的表示.....林 真・三好 保憲
104. 空気中針先対平板ギャップのコロナ放電電流分布.....細川 辰三
.....福田 芳夫・伊藤 俊治・佐藤 真実・三好 保憲
105. ハロゲン中の放電 (4).....前田 定男・山本 賢三
106. 火花電圧に及ぼす金属銜立の影響.....石橋 鑑造・喜多村 博
.....大熊 節二・矢仲 重信・大田 雅之
107. 非対称電極をもつ無声放電について.....高松 敏文
108. 不平等電界における絶縁物電極間放電
.....神谷 清・藤田 昌男・小久保 良・三好 保憲
109. 不平等電界における二層誘電体の破壊電圧特性
.....石橋 鑑造・喜多村 博・太田 雅之
110. 高分子の分子構造と絶縁破壊および電気伝導
.....家田 正之・篠原 卯吉・小倉 淳司・盤井 隆雄
111. ボイドコロナの一つの測定について.....川井 栄一・増田 繁夫
112. 絶縁物の残留絶縁特性 (厚さおよび過渡エネルギーの影響).....天野 弘
113. 負性ガスにおけるマイラーの破壊 (II)
.....塚 孝夫・伊藤 泰郎・鳥山 四男
114. 固体絶縁物表面におけるコロナ発生条件の検討.....小川 哲郎
115. 絶縁物の耐コロナ性に及ぼす湿度の影響
.....原 仁吾・平林 庄司
116. 液体中のコロナ.....杉田慶一郎・長尾 重夫
117. 油中コロナの研究 (第 2 報).....井関 昇・倉橋 昌
118. 油中コロナの研究 (過渡電流波形の実験的考察)
.....水谷 彦広・荻原 宏康
119. 光電効果による液体絶縁物の電気伝導
.....丁 炳雲・杉本 富彦・大石 嘉雄
120. 高周波パルスによるシリコン油の破壊
.....上田 実・伊藤 正一
121. 液体の破壊前電流における端効果
.....谷藤 七郎・岳田 竜一・岩竹松之助
122. 絶縁物の絶縁破壊に関する二三の実験
.....光井 英雄・佐藤 禎・鳥山 四男
123. 衝撃火花の沿絡現象について
.....石黒 美穂・牛田 富之・坂野 主明
124. 薄隙中における衝撃沿面放電特性.....吉田 稔彦・天川 清七
125. シリコン皮膜上の衝撃沿面放電 (第 2 報)
.....鈴木 喜彦・横井 良秀
126. 移動誘電体板上の二三の現象について
.....城阪 俊吉・早川 茂・由山 政三・滝内 基弘
127. 球間隙の簡単な始動法について.....工藤 康雄
128. 3 点間隙による矩形パルスの発生について
.....宗宮 知行・上木 忠勇
129. 短間隙液中火花放電における電極消耗.....日下部千春
130. 接触火花確率の測定装置並びに一二の実験
.....大野 康二・高野 知彦・内池 政徳
131. 放電加工の電極消耗
.....元木 幹雄・佐藤 隆一・徳山・赫洪・国本・哲雄
132. 多点測定用自動切換装置.....榎田 隆・伏見 光造
133. 帯電せる浮遊石灰粉じんの二三の現象.....能登 文敏
134. 飛行体の帯電現象.....岡崎 三郎・相原 公一
135. 低電圧大容量コンデンサバンクによる放電プラズマの性質
.....岡本 耕輔・田城寺 博・窪田 信三・佐久間享子
.....森 一夫・安藤 剛三・滝波 進・水野 幸雄
.....藤田 順治・玉河 元
136. 直線ピンチプラズマの探針測定
.....中野 義映・林 泉・妹尾 義文
137. 低圧気体中の衝撃大電流放電に及ぼす外部インダクタンスの影響
.....平野 克己・林 泉・妹尾 義文・中野 義映
138. ログウスキーコイルによる電流測定について
.....木谷 芳一・横田 茂・高木 勝正
139. 磁気探針.....林 泉
140. 衝撃大電流放電用真空スイッチの特性
.....中野 義映・林 泉・妹尾 義文・神内 良之
141. プラズマ銃を用いた高電圧に耐え動作電圧が低い大電流スイッチ.....長谷部堅陸・山本 賢三・戸田 久良
142. トーラスの 1 次導体電流による電磁力
.....川俣修一郎・相原 秀行
143. トーラス形超高温プラズマ発生装置
.....松田 仁作・紙透 昇・大和 春海

144. ライナー付名大トラスの実験……………山本 賢三・奥田 孝美
 ・長谷部堅陸・宮島 重喜・前田 定男・森 光雄
 ・水谷 昌弘・山田 順幹
145. イグナイトロンによる大電流クランピング
 ……………河合 正・近藤 博通・杉本 盛行
146. ヘリオトロン磁場におけるプラズマの交換不安定性につ
 いて……………林 重憲・宇尾 光治
147. シラー型装置におけるプラズマの解析……………相原 秀行・小川 潔
148. ロゴースキコイルによるシラー型放電のプラズマ電流の
 測定……………杉浦 賢・相原 秀行・和田 敏
149. 高速度カメラによるシラー型放電管のプラズマの研究
 ……………井口 正之・相原 秀行・和田 敏
150. ADP 高速度光変調素子のシャッター効果の測定
 ……………岡田 高・北里 賢二・松代 寿治
151. プラズマ駆動用磁気ピストン……………山崎 浩・関口 忠
152. プラズマ銃に関する二三の問題(Ⅰ)
 ……………山中千代衛・西垣 正之・山村 寛
153. ロケットの電磁力推進の研究(電爆推進について)……………岡崎 三郎・相原 公一
154. プラズマ磁気流体波の発生に関する研究
 ……………長尾 重夫・佐藤 照幸
155. プラズマ振動の分散関係における不定性について
 ……………小沢 保知・加地 郁夫
156. プラズマ・コンデンサ……………早川 茂・伊賀 和夫・城阪 俊吉
 森 一郎・全 炳国・吹田 徳雄

計 測

157. 自動平衡型交流流比較器
 ……………藤木 久男・笹岡 健三・高原晋太郎
158. 電力計の指示特性係数の検討(指示特性係数の電流特性)
 ……………岩村 衛・山崎 享
159. ホール効果形交流大電流精密測定装置の研究
 ……………成田 賢仁・佐々木 堂・小沢 国男・川口 弘
160. ホール効果を利用した過渡大電流測定……………内田 真・中野 義映
161. ホール電力計による電力用シリコン整流器の損失測定
 ……………北村 寛一・近藤 明博
162. 商用周波平衡検出用ベクトルスコープ……………吉崎 裕
163. 精密位相差測定の一方法……………道正 喜一・宮島 貞光・山村 泉
164. WHM 自動化検定装置の3号機について
 ……………柿沼 敏雄・竹内 正・八木 武彦
165. 積算電力量集計記録装置……………池知 章信・椿 桂三
166. 特別精密級標準用変流器について……………大藤 高文・石和田次郎
167. 零相変流器の残留電流について……………坪内 伝次
168. 零相変流器の零相二次電流特性
 ……………小山 仁平・小林 正美・山本 太郎
169. 零相変流器の諸特性と継電器との組合せ試験
 ……………三鶯 巧・小山 仁平・菊地 清勝
170. 計器用変圧器比較試験装置に附加する補助変圧器につ
 いて……………大藤 高文・坪内 伝次・星野 時雄
171. 単巻型計器用変成器の誤差理論について……………大藤 高文・坪内 伝次
172. 電解液抵抗分圧器の急峻波に対する性能
 ……………鳳 誠三郎・河野 照哉・池田 忠博
173. 急峻波測定用抵抗分圧器の傘型シールドの設計法……………河野 照哉
174. 全トランジスタ化自動平衡型ペン書きオシログラフ
 ……………友田三八二・関 潔・田辺 共之
175. 高速度カメラ用タイミング装置……………吉田金次郎
176. 高絶縁抵抗の自動記録装置……………杉山 卓・大幡 秀一
177. 微小容量絶対標準器の相互比較……………田中 耕一・成田 賢仁
178. 二三の小さな容量コンデンサの諸特性……………菅野 允・星野登良男
179. コンデンサの損失角の真値決定……………菅野 允・小泉 欣也

180. テレメータの方式(エコーテレメータ)
 ……………内山 明彦・棟上 昭男・中野 馨
181. 蓄電器の内部インダクタンスの測定法……………土屋 政光
182. 透磁率直流交流ブリッジ……………河村 秀平
183. Q型クリスタルテスタ……………斎藤 隆仁・小川 勝久
184. 高安定高感度リアクタンス計の研究
 ……………一条文二郎・新井 智一・柿元 章
185. 野外用簡易磁力計……………寺島 諒・松尾 正之・伊藤 三吉
186. 交流磁化特性自動記録装置の試作……………保野 弥造・山本 孝明
187. 磁気特性測定用多周波電源装置
 ……………清水 清重・山本 孝明・宮沢次次郎
188. 自記交流磁化特性測定装置による鉄心測定
 ……………山本 孝明・宮沢次次郎・清水 清重
189. B-Hトレース……………宮沢次次郎・北沢 由延・川西 健次
190. ケイ素鋼帯の磁気特性連続自記装置……………野口 英男・土屋 英司
191. 高磁場における磁化曲線の自動測定
 ……………永井 健三・津屋 昇・岩崎 俊一・春原 由雄
192. 高磁束密度鉄損比較測定法……………成田 賢仁・山崎 享
193. 珪素鋼板の高磁束密度における鉄損測定
 ……………杉浦 繁二・石崎 幸
194. 珪素鋼板の高磁束密度における磁化特性の測定
 ……………杉浦 繁二・石崎 幸
195. 精密計測用交流電源(同期電動機の制動トルクと電源の
 性能)……………細江 尚夫・山下 和久
196. 精密測定電源の電圧変動検出装置について
 ……………岩本 俊一・園所 望正・島崎 辰夫
197. 交流基準電圧を用いた交流電圧検出の一方法……………川田順之助
198. 平衡三相電圧発生方式について
 ……………松山 常雄・高田 和之・五十嵐一雄
199. 三相交流電源の波形ひずみ率の簡易測定法……………吉原 昭也
200. 電磁型スタブライザーの解析……………片野 義雄・井上 精三
201. 液面遠隔表示装置……………岡島 鏗二・野村須磨夫・山田 由之
202. 気象テレメーターにおける一次計測器について
 ……………戸塚陽之助・沢口 陽二・天野 五郎
203. テルロメーター(Ⅰ)……………村岡 一男・菅野 和平
204. 妨害電圧に安定な信号変調方式
 ……………加藤 一夫・福田 滋夫・高橋 敏明
205. 妨害電圧の影響をうけない信号伝送方式
 ……………福田 滋夫・加藤 一夫
206. しめり計感湿子の湿分出入口の工夫について
 ……………宮田 聡・渡 弘・青柳 靖
207. “しめり計”による各種包装用紙の透湿性の比較
 ……………渡 弘・青柳 靖
208. 薄膜要素の感湿特性……………新井 智一・一条文二郎
209. CELAB について(応力・歪等測定用素子)
 ……………三宅 康友・安藤 光一・仁平 忠・島崎 恵吉
210. 陣痛時における子宮収縮の電気的測定について
 ……………石田 博・岩竹松之助・安井 修平
 ・楠本 雅彦・山下 招人・伊藤 宣考
 ・昇田 益美・高橋 哲也・中江 光成
211. 体容積計用微小圧力計……………桜井 隆・中村 隆・滝島 任
212. ミルの粉動作に対する電気音響学的解析
 ……………中富 葆造・川原浩一郎
213. 磁性を有する鉱石中の混入金属片の探知について
 ……………家安 健三・江沢 政男
214. テレビジョン技術の計数への応用に関する一研究
 ……………佐藤 允也・真野 国夫
215. 静電容量型糸むら試験機の特性……………柿元 章・一条文二郎
216. 高温液面の感熱レベル計による制御
 ……………斎藤 宮二・福田 幸賀・山崎 昭子
217. 滴電流を利用した金属体表面温度の無接触測定法

-一条文二郎・野中 金造
218. 積算照度計
.....小山 恒夫・小沼 義治・滝沢 義信・布山 松男
219. 光波透過度計について.....矢崎 好夫
220. 30,000HP 遷音速風洞用電機品精密速度検出装置の検出
精度及び設計条件について.....吉江 高明・菅 忠義
221. 鋼の表面焼入深度の非破壊測定法(第3報)
.....吉田 洪二・河村 孝夫・吉川 正澄
222. ビンホール検出器の電圧特性
.....池田 義一・堀井 憲示・木下 勝弘・堀川 一男
223. X線強度の精密測定と自記精密計数装置(Counting Rate
Computer).....堂島 敬一・小田 一郎
224. 新しい地電流測定器の試作.....松尾 正之・長谷川 淳
225. デジタルレベルメータ.....柴田 徹
226. 一重鉄板を用いた試作電磁遮蔽室について
.....相田 義一・横島 一郎・長塚 明雄
227. リッツ線の高周波損失.....川添 敏信
228. 微小反射の精密かつ便利な求め方について.....石毛龍之介
229. 広帯域用インピーダンスブリッジ.....平川 万一
230. 70 Mc 帯伝送特性直視装置
.....太田 正光・二宮 康明・稲富 高思・三橋 正五
231. ランダム・プロセスによる河波器の伝送特性の測定(そ
の3).....篠原 芳郎・長谷川利治・平松 喬
232. 低雑音ケーブル
.....佐藤 金作・菊池 武己・柳田 滋・井上 貞利
233. 測定用低雑音同軸エードについて
.....森定 温・中川 倫・前田 力
234. 振動容量形変調器の表面電位差分布の影響
.....内海 由春・阿部善右衛門
235. 磁転容量型変換器.....松山 潔
236. CdS 光導電素子を用いた D C - A C 変換器.....大野 勇
237. サーボ増幅器の同調回路の問題点について
.....木下 敏雄・瀧瀬 文之・柏迫 一民
238. 遅延回路を用いた増幅器の内部雑音軽減法.....横島 一郎
239. バリスタによる T 形回路の平衡周波数の制御
.....富塚 剛・志村 栄一
240. 移動無線用簡易形精密周波数調整器
.....太田 正光・森永 隆広・杉浦 吾男
241. メーサ型原子時計.....長竹 孟・佐分利義和・小林 正紀
242. ヴィデオアナライザについて.....佐藤 亮策・山口 楠雄
243. 超低周波相関計の試作.....阪本 捷房・宮川 洋・高木 末夫
・葛西 晴雄・石渡 裕政
244. 改良された等電位線自動追跡装置.....山田 兼
245. 近似的な無限大電解そう.....福沢 寛
- 自 動 制 御**
246. 拡張された飽和関数法について.....真鍋 舜治
247. 連続制御装置による制御対象の極変換法について
.....西田富士夫・今井 美義
248. 連続制御装置による多変数系のシンセシス
.....西田富士夫・今井 美義
249. 自動最適化装置.....馬場 準一・真鍋 舜治・福永 圭之介
・森本 英男・林 重雄・芝滝 寿宏
250. 関門通過法による Optimum Design Synthesis について
.....栗松 立木
251. 論理回路を用いるプロセス最適化制御法の比較
.....平井平八郎・浅居喜代治・北嶋 靖三・吉田 修己
252. プロセスの最適化制御装置
.....平井平八郎・浅居喜代治・北嶋 靖三
253. デジタル計算機による零非正則制御系の Optimum
Design System の試みについて
-伊藤 正美・泥堂 多積・乗松 立木
254. サンプル値制御系の自己適応制御.....近藤 文治・曾我 正和
255. リレーサーボの分数調波振動のモードについて
.....山口 次郎・西村正太郎・丸橋 徹
256. 非線形要素を含むサンプル値制御系における各種の振動
.....熊谷 三郎・河本佐和子・長田 朗
257. 飽和を含むサンプル値系の最適制御
.....熊谷 三郎・河本佐和子・長田 朗
258. 飽和を含むサンプル値制御系の解析
.....近藤 文治・岩井 壮介・多田 智彦
259. 不連続最適制御.....吉田 敏一・稲垣 莊司
260. 非線型要素を含むサンプル値制御系について
.....田中 幸吉・樋口 昭二
261. サンプル値制御系の一形式.....林 重憲・星野 聡
262. パルス幅有限のサンプル値制御系の補償
.....林 重憲・星野 聡・稲村 彰一
263. 非線形サーボ系の過渡応答線図
.....山口 次郎・藤井 克彦・末光 敬正
264. クーロン摩擦があるサーボ系に発生する振動について
.....林 千博・桑原 道義・平井 一正・鈴木 康夫
265. 非線形摩擦を考慮したサーボ機構の周波数応答について
(2).....桑原 道義・平井 一正・井上 幸美・竹原 照
266. 巻取り張力制御系の過渡特性.....沢井善三郎・稲葉 博
267. 位相変調サーボ系補償要素
.....西村正太郎・津村 俊弘・手塚 寛
268. 伝達函数測定装置(その一)
.....入道 真・西村 重志・野中 寛
269. 直流機の周波数応答における係数.....小林 邦博
270. 2 相サーボモーターの特性について.....寺内 良郎
271. 2 相サーボモーターの過渡トルクの測定.....前川 善六
272. 2 相サーボモーターに関し実測の動特性より静特性の修
正.....仁田 工吉・沖津 泰
273. ヒステリシスモータの伝達関係
.....笠原 芳郎・河本 琢哉・曾我 政弘
274. 3500 p.p.s. に追従しうるステップモータ
.....須藤 卓郎・後藤 達生
275. サイラトロン・モータ・コントロール回路の異常現象
(その2).....乗松 立木・茂木 一雄
276. サーボ型零次データ・ホールド.....金子 英二・片木剣三郎
277. 新しい操作用電磁素子.....三浦 良一・田川達三郎・数永 清
278. フィードバック方式による電子管スイッチ回路.....仲沢 誠二
279. 非線型制御素子、直捲直流電動機の制御特性(その2)
.....窪田 忠弘・佐藤 順子
280. 直流分捲電動機の制御特性(その1)
.....窪田 忠弘・前田 明志・田爪 玄
281. サイラトロン——電動機制御の伝達特性(その1)
.....窪田 忠弘・広川 利男・坂井 孝志
282. ステップモータの動作に関する一考察
.....伊藤 文夫・土屋 誠治・新村 佳久
283. 制御系動特性のアナログ方式による自動測定
.....茅 陽一・山村 昌
284. 交流整流子電動機形サーボモータを含む自動制御系の検
討.....西村正太郎・岡 英二・弓削 正武
285. 直流分捲電動機を用いたリレーサーボの実験
.....林 千博・坂和 愛幸・田村 博
286. 圧延機ロールの圧下数値制御.....横田 俊一
287. 10,000 HP 熱間可逆圧延機の磁気無接点制御
.....土信田 存・尾山 純一
288. 50 kW 磁気増幅器形静止レオナード.....利光 正文・大沼 義一
289. 巻取りルールの加減速補償における遅れ要素
.....尾山 純一・金田 通

290. トランジスタ化した静止セルビウス装置の定速度制御
.....滝田 義介・河上 仲次・上妻 一朗
291. トランジスタによる車両蛍光灯電動発電機の速度調整
.....一木 利信・茂木 正二
292. 電圧制御系と速度制御系の相互干渉
.....林 重憲・桑原 道義・岡田 隆夫・角 忠夫
293. 三相交流電圧自動平衡装置.....奥田 滋・竹屋 芳夫
294. トランジスタを閉閉素子として使用した直流定電圧装置
について(Ⅱ).....志田 純一・菊地 正
295. トランジスタによる直流発電機の電圧調整
.....石川 博章・一木 利信
296. 自励式インバータの最適制御.....上之園親佐・町田 武彦
297. ステッピングモータに依る自動位置決め.....古沢 信
298. 円弧の直線近似によらざる数値制御方式
.....関 進・須藤 卓郎
299. 連立サンプル値制御法による電気炉の温度制御
.....中村 嘉平・江口 勇・渡辺 一雄
300. 電子計算機内蔵形フライス盤数値制御装置.....元岡 達
・山口 楠雄・正田 英介・橋本 至弘・小林 堅吾
301. アナログサーボを使用せるデジタル制御の試作
.....村上 博史・斎藤 修
302. 試作プロセス制御系の解析.....藤巻 忠雄・今泉 利緒
303. 極低温用定温度装置.....志村 秀雄
304. 常温にキュリー点を有するフェライトを用いた恒温槽の
精密温度制御について
.....高崎卓二郎・村上 孝一・本名 孝男・石塚 簡
305. ミサイル誘導制御系に関する解析的考察.....麻生 和男
306. 自動追尾レーダ制御系の設計と、実験結果について
.....若田 和明・遠藤 義昭
307. 船舶用水平台の試作.....入道 真・西村 重志・野中 寛
- 電 気 計 算 機**
308. わが国における国産電子計算機の運転統計.....高崎 勲
309. 原子核研究所パラメトロン計算機報告(その1)
.....林 厳雄・三浦 功・宮原 昭・大塚 昌雄
・柴田 進吉・相馬 嵩・熊谷 清
310. デジタル計算機 ETLマ-75 について
.....矢板 徹・相磯 秀夫・松崎 磯一・高橋 茂
311. NEAC-2203 電子計算システムのシステム設計につい
て.....出川雄二郎・金田 弘・宮城 嘉男
312. NEAC-2203 電子計算システムのコード
.....金田 弘・瀬川 馨
313. NEAC-2203 電子計算機システムの外部記憶装置
.....金田 弘・宮城 嘉男
314. トランジスタ計算機 OTC6020 について
.....杉浦 宣紀・鈴木 伸夫・有本 卓・原 哲夫
315. OTC6020 の記憶装置について.....杉浦 宣紀・鈴木 伸夫
316. FACOM241 について.....池田 敏雄・白鳥 英一・久保田喜夫
317. 日立制御用デジタル計算機 HITAC-502 について
.....須藤 卓郎・三巻 達夫・島田 正三・安藤 文雄
318. 記憶用矩形磁心の駆動回路と出力波形.....長森 享三・石立 喬
319. 番地選択回路.....山田 茂春・別所 照彦・山中 護
320. 2周波記憶磁心.....七条 祐三・森沢 松雄・松本 佛
・山田 茂春・久利 敬三
321. 読み書き回路を互に直交した記憶装置.....岡田 文平
322. 二周波メモリアドレス選択回路
.....中山 登・万代 博亮・塚田 実
323. ダイオード・コンデンサ記憶装置.....野村 民也・五十嵐 良
324. 江崎ダイオードを用いた記憶回路.....駒宮 安男・杉山 武二
325. エサキ・ダイオードによる高速記憶装置
.....高橋 茂・石井 治
326. 電気メッキパーマロイ薄膜のパラメトロン及びメモリ
特性について
.....後藤 英一・相馬 嵩・石橋 善弘・中川 圭介
327. 実験用磁歪遅延線記憶装置について
.....喜田村善一・寺田 浩昭・神田 泰典
328. 磁歪遅延線を用いた標準化パルス整形・計数回路
.....喜田村善一・寺田 浩昭
329. 回路損失の少い磁心トランジスタ遅延線素子
.....菊地 正・村上 垣・坂井 幸雄
330. 金属リボンによる超音波遅線
.....間野浩太郎・和田覚太郎・金沢 文雄
331. クライオトロン用 to wire の超電導遷移時間渋谷 喜夫
相沢 辰男・小野寺 大・三岡 洗・大串 哲弥・大泉 充郎
332. クライオトロンについて.....三岡 洗・小野寺 大・大串 哲弥
・大泉 充郎・渋谷 喜夫・相沢 辰男
333. 超電導体薄膜のヒステリシス現象を利用した電子計算機
素子.....小野寺 大・大串 哲弥・三岡 洗・大泉 充郎
・渋谷 喜夫・相沢 辰男
334. 超電導体薄膜の自己磁場によるヒステリシス現象を利用
した回路素子.....大串 哲弥・小野寺 大・三岡 洗
・大泉 充郎・渋谷 喜夫・相沢 辰男
335. 江崎ダイオードによる論理回路.....岩片 秀雄・原田 和明
336. エサキダイオードを用いた基本論理回路
.....駒宮 安男・緒方 和男・田島 裕昭
337. エサキダイオードによる論理回路を用いた環状接続回路
.....駒宮 安男・田島 裕昭・緒方 和男
338. エサキダイオードを用いた演算回路の方法
.....榎本 肇・渡辺 昭治・天野橋太郎
339. エサキダイオードのデジタル回路への応用
.....福井 初昭・松島 健彦
340. フック型ダブルベースダイオードを用いたデジタル回路
.....長森 享三・吉沢 聖一・鍬山圭一郎
341. コンデンサの充放電を利用したマトリックス標準化回路
.....大和 淳二・楠 菊信
342. 時分割励振によるトランジスタ2安定回路
.....柳沢 健・高柳 辰雄
343. 磁心トランジスタ・シフトレジスタ.....高橋 義造・高松 茂行
344. 強磁性金属テープ磁心における直交磁界の効果とその応
用.....喜田村善一・寺田 浩昭・村田 賢一
345. 2コアリアクトロン
.....大島信太郎・榎本 肇・白井 三郎・小関 康雄
346. パラメトロン用コアの諸特性について(第5報)
.....富永 滋・九貫 昭和・佐藤 繁信
347. フライイング・タイプライタを使用したM-I用製表印字装
置.....喜安 善市・伊吹 公夫
348. 二周波メモリーコアを使用した高速ベルトプリンタの制
御装置について.....藤井 純・安楽 芳伸
349. 二周波メモリーコアの動作特性について
.....安楽 芳伸・広神三木雄
350. NEAC-2203 電子計算システムの入出力装置
.....瀬川 馨・島谷 和典
351. パラメトロン信号をその入出力とする磁気ドラム記憶装
置について.....川又 晃・佐座 弘毅
352. フェリットコアの磁気録音ヘッド.....川又 晃・川島健一郎
353. 磁気ドラム書込読出回路
.....木下幸次郎・安広 輝夫・鈴木 良夫・竜岡 静夫
354. 計算機用磁気テープの試験方法
.....笹岡 久志・小林 亮・石垣 伝
355. 飽和型磁気記録方式における再生応答の解析と二三の応
用.....西川 正明
356. 計測用磁気テープのドロップアウト測定

-木沢 誠・木村 啓・実川 卓次
357. 磁気テープによる文献の検索.....木沢 誠・木村 啓
.....実川 卓次・大岸 洋・田島 智平
358. 高速度アナログ・デジタル変換器の一型式.....長谷川賢一
359. 指数伸張型 A-D 変換器の方式.....小泉 深吉
360. アナログ・デジタル変換器.....伊知地 泰・高師 茂喜
361. トランジスタを用いた高速度 A-D 変換器
.....長森 享三・小林 亮・鈴木喜太郎
362. 掃選型 A-D 変換器の改良.....川崎 淳・三浦 武雄
363. 角型ヒステリシスフェライト磁心を用いた A-D 変換器
.....田中 米治・山下 一美・新保 市弘
364. 高速高精度 A/D 変換器の試作
.....中道 正・栗屋 潔・梅田 京祐
365. 直並列ダイオードゲートを用いる D/A 変換回路のトラン
ジスタ化.....今井 聖・栗屋 潔・佐藤 一成
366. A/D, A/D コンバータ.....佐藤 透
367. 高速度 A-D 変換器の試作
.....野田 克彦・黒川 一夫・小嶋 三郎
.....鈴木 昭三・前田 篤哉
368. 穿孔テープ指令による呼出し計測作表装置
.....沼崎 信雄・深田 実・盛 満利
369. H I D A M-403 の指令部について
.....西山 静男・不破 康博・猪瀬 武・麻生 哲
.....浦城 恒雄
370. H I D A M-403 B 制御部について
.....不破 康博・猪瀬 武・麻生 哲・浦城 恒雄
371. 逡巡速風洞におけるデータ集録装置
.....高島 一郎・国藤 嘉之・古山 二郎
372. H I D A M-403 のプログラムシステムについて.....浦城 恒雄
373. F A C O M-222 A の命令と構成
.....池田 敏雄・小島 久郎・石井 康雄・野沢 興一
374. F A C O M-932 によるテープ入出力の形式制御について
.....山田 博・梶 信元
375. N E A C-2203 電子計算機の割込み
.....金田 弘・島谷 和典・北村 拓郎
376. U C T による微分解析ルーチン「I D E A」
.....玄地 宏・青木 克忠
377. K-1 のインタプリティブプログラミングについて
.....北川 節・東 芳宏
378. 高精度計算の一方法.....的場 進・梶谷 正彦・尾崎 弘
379. モンテ・カルロ法によるラプラス方程式のノイマン問題
に対する数値解法.....津田 孝夫・加藤 進
380. 計算機による論理回路布線設計.....矢島 脩三・高田 昇平
381. 計数形電子計算機による微分解析機のシミュレーション
.....八島 英之・首藤 勝
382. ピリオドグラム計算機とその応用
.....青柳 健次・宮脇 一男・前川 禎男・橋本 礼治
383. 電子計算機によるエサキダイオード回路のシミュレーシ
ョン.....後藤 英一・中川 圭介・石田 晴久
384. 電子計算機の割り込み機能.....高橋 秀俊・和田 英一
385. 境界値問題などを解く電気演算装置のデータ処理につい
て(第2報).....三上 達三・今西 茂・平井平八郎
386. 境界値問題などを解く電気演算装置の解析範囲の拡張に
ついて.....三上 達三・平井平八郎
387. デジタル計算機による回路網解析の機械化
.....門倉 敏夫・示村悦二郎
388. M-1 による打鍵速度のデータ処理方法.....関口 茂・高島 実
389. 機械要約.....夢沼 良一
390. デジタル計算機による列車運転のシミュレーション
.....稲田 伸一
391. 磁気増幅器式アナログ計算機
.....野田 克彦・黒川 一夫・飯田喜久雄
392. 磁気増幅器式演算器のドリフト電流について
.....黒川 一夫・飯田喜久雄
393. 回転増幅機を用いた演算回路
.....山村 昌・伊藤 春雄・入子 輝夫
394. アナログ・コンピュータ T O S A C II について.....守田敬太郎
.....杉森 英夫・稲葉 栄治・鈴木 順二・門田 一雄
395. 時分割式乗算器の二三の問題点について
.....長森 享三・木地 和夫
396. 非線形インピーダンス・ブリッジを用いたアナコン用乗
算器の理論及び試作.....佐藤 達男・田口 泰宏
397. 時分割計算方式
.....仲丸 由正・関本 忠弘・小高 康邦・榎本 治
398. 数値式非線形演算器に関する一考察.....野村 民也
399. 磁気テープによる時間遅れ装置
.....原 昌雄・白井 甫積・藤井 義雄
400. 多目的遅れ時間装置の試作とその応用
.....山口 次郎・藤井 克彦・鈴木 勝・六条 敏弘
401. 光学的時間おくれ装置.....三井田純一・越井 秀夫
402. 簡易関数発生器.....高井 宏幸・長谷川健介
403. 時間間隔の密度分布を指定したランダムパルス系列の発
生装置.....宮田 房近・佐藤 拓実
404. アナコン用全トランジスタ化ノイズジェネレータの試作
.....吉田 敏一・稲垣 荘司
405. 光電式カーブフォロワの試作.....三浦 武雄・横沢 典男
406. アナコン要素としての磁気ヒステリシスのシミュレータ
.....大照 完・片岡 康昭・川又 秀男
407. 高速度サーボ演算器の減速歯車比の選定について
.....沼倉 俊郎
408. アナログ計算機のパンチテープ制御自動プログラム装置
の試作.....三浦 武雄・岩田 純蔵
409. アナログ計算機自動試験装置.....高橋 義造・伊藤 光雄
410. 計数関数発生器を利用したシミュレータ(続)
.....北浜 安夫・山下 一美・山本 節雄
411. 非線形特性を有する模擬回路
.....美咲 隆吉・加藤 修・山本 誠
412. 多導線系の模擬回路.....美咲 隆吉・岡崎 清・鈴木 隆
413. R C 2 次元分布定数回路素子とその応用
.....美咲 隆吉・岡崎 清・鈴木 隆
414. 回転基本性能曲線計算機
.....沼倉 俊郎・河村 重恵・酒井 好行・安達 彦一
415. アダプティブ制御に用いる相関器の試作
.....西村正太郎・岡 英二・中村 徹
416. 継電器回路の低速度アナログ計算機への応用.....平山 博
417. L P に対するアナログコンピュータの応用
.....神保 成吉・小川 康男・井村 信吾
418. アナログ装置による経済モデルの分析.....水上 健造
419. 電力負荷経済配分用アナログ計算機の演算回路構成法に
ついて.....三浦 武雄・岩田 純蔵・藤中 恵・竹村 克己
420. 記憶素子を有するアナコンによる電力系統経済運用計算
について.....藤野 英一・福島 弘毅・村上 坦
421. ハイブリッド計算機の試作(電力負荷経済配分用計算機
への応用).....三浦 武雄・藤中 恵・河竹 好一
.....竹村 克己・静間 敏男・浜野 恒雄
422. アナログ・コンピュータによるフーリエ解析の特性
.....新井 敏雄・原 昌雄
423. D A C 数字式アナログ計算機
.....高橋 義造・玄地 宏・高松 茂行
424. タンタルの超伝導遷移特性.....志村 秀雄・林 彪

電 気 材 料

425. 火花消去用レジン系バリスタの寿命試験……………井川 治男
 426. SiC バリスタの新製造方法……………浅野 勝
 427. 長波尾放電電流に対する避雷器特要素の破壊強度について……………難波 正治
 428. 金属薄膜へのガラスコーティングについて……………勝部 能之・勝部 優子
 429. 炭素皮膜抵抗器の高湿負荷特性に及ぼす直流電圧と交流電圧との影響……………浅石 巖・近藤 茂雄
 430. カーボン皮膜抵抗の負荷特性に及ぼす磁器基体の影響……………山岸 一雄
 431. 炭素皮膜抵抗器の高湿中における負荷寿命の促進試験法について(第3報)……………野村 彰
 432. 金属皮膜抵抗器の試作……………木村 恒久・金親 良一
 433. 抵抗器の小型化にともなう耐電圧性について……………島宗 正次
 434. 小型可変抵抗器の増大雑音について……………坪山 満
 435. 金属酸化物系可変抵抗器の特性……………白川 卓
 436. 抵抗線の高調波歪とその発生原因……………鍛冶 弘
 437. 巻線実効磁界から求めた単層ソレノイドのインピーダンスについて……………佐藤 齊
 438. 鉄心の磁化動特性の測定……………大照 完・小林 知道・菊川 良夫
 439. 磁場中冷却効果を利用した恒速透率材料……………山本 孝明・中村 豊・長島 富雄
 440. 方向性ケイ素鋼帯の鉄損と磁化特性の関係……………福井 清
 441. 真空炉により歪取り焼鈍を行った方向性珪素鋼板の磁気特性……………中江 良雄・川口 弘
 442. Cu フェライトクロモイトの高周波特性……………木村 十郎・井坂 明・穴戸 成夫
 443. Ni-Zn フェライトの製造条件とマイクロ波特性……………木村 康之・岡崎 清・樋口 和彦・長谷川太郎
 444. フェライト磁心の安定性について……………柄沢 忠義・平賀貞太郎・大山 忠男
 445. Ni-Zn フェライトの製造条件による諸特性について……………木村 康之
 446. 強磁性蒸着膜及びその剝離膜の磁気特性……………小林 俊彦・岡田 晟
 447. 磁界蒸着薄膜の磁性について(第一報)……………田中 満・佐伯 慎・斎藤 亮・小山 伶男
 448. 蒸着法による磁性薄膜の製造条件と諸特性……………永井 健三・岩崎 俊一・守屋 忠雄
 449. 合金粉末磁気テープの製造条件と諸特性……………永井 健三・岩崎 俊一・守屋 忠雄
 450. 電子写真用薄膜セレン感光板の帯電特性……………今本 正・山下 博典
 451. 硫化鉛感光要素について……………芹沢龍之介・栗国 安一・樋口 順治
 452. E. L. 発光体の粉砕効果……………芹沢龍之介・樋口 順治・栗国 安一
 453. 軽接触力低運動作継電器のコンタクト二三の問題について……………飯野祐之助・大谷 正彦・松本 伍良・真野 国夫
 454. 固定電極を用いた二、三のコンタクト材料の転移現象の観察……………使宗根 満・野原 真一・松本 伍良・真野 国夫
 455. 電気機器接点部におけるグリースの境界抵抗について……………山岡 道彦・小原 昭二
 456. 真空コンタクトの研究(その7)……………松本 伍良・石垣 良夫・真野 国夫
 457. 電解研磨したコンタクトのアーキ継続時間について……………野原 真一・松本 伍良・真野 国夫
 458. 接点材料の大電流による耐アーキ性について……………桂 伊津美・伊東 庄治
 459. 大電流による固定接点の劣化試験について……………伏見 光造・櫻田 隆
 460. 接点開離時放電による接点の損傷について……………三井 忠夫・三谷 正一
 461. 銀系接点の消耗移転現象(2)……………山森 末男・森田 義男・岩村 武志・政木 淑人
 462. スリップリングの傷損とブラシ摩耗(3) 交流における現象……………森田 義男・米沢 康夫
 463. 誘電体電極についての2, 3の実験……………岡崎 清・坂田好一郎・吉田 恒彦
 464. 強誘電体に対する放射線の影響……………豊田 耕一・田中 哲郎
 465. チタン酸バリウム半導体磁器の隙壁容量……………川端 昭・田中 哲郎・佐伯利 治
 466. BaTiO₃ 磁器の微細構造と電歪特性……………中山 高・勝沼 洋之・山崎 武
 467. BaTiO₃ の分極とそれに伴う現象……………坂田好一郎・岡崎 清
 468. チタン酸バリウム半導体の圧抵抗の応用……………佐伯利 治・藤川 永生・田中 哲郎
 469. 円筒型チタン酸バリウム振動子の製法……………岡崎 清・吉岡 恒彦
 470. 電歪振動子材料としてのニオブ酸塩磁器について……………大原 儀作・菅井 德行
 471. 静電界下におけるDKT結晶の育成について……………古屋 直臣
 472. 酸化タングステン系磁器の研究(第4報)……………田中 正一
 473. マイクロ波における強誘電体の温度特性について……………岡村 史良・角田 稔
 474. チタン陽極膜の誘電特性……………宮田 聡・小山 政史・小川 淳・船越 明
 475. チタン陽極膜の化成特性……………宮田 聡・小山 政史・小川 淳・船越 明
 476. 強誘電体薄膜の非直線性について……………斎藤 幸男・山中 俊一・細貝 松夫
 477. 沈降法による強誘電体薄膜の製法……………斎藤 幸男・山中 俊一・猪熊 敏夫
 478. アルミ及びアルミ合金の硬質皮膜の絶縁破壊電圧について……………石禾 和夫・古市 昭夫・高村 和彦
 479. アルミニウム陽極酸化膜の誘電特性について……………宮田 聡・石禾 和夫・古市 昭夫・高村 和彦
 480. チタン酸バリウム半導体を用いたコンデンサ……………佐伯利 治・小沢寿一郎・田中 善三・川端 昭
 481. 固体タンタルコンデンサの特性改良……………高木 清
 482. ひまし油含浸紙コンデンサ……………上藤 孝一
 483. M. P. 蓄電器の自癒性に及ぼす各種因子について……………山辺 知定
 484. 高信頼度シルバードマイコンデンサの一設計法……………衣川 浩平・中川 三郎
 485. 蓄電器に対する放射線照射の影響……………中井 達人・榊原 剛
 486. ガラス基材積層品の熱劣化特性について……………谷口利久雄・石井 勇次
 487. 各種ガラス積層板の電気的性質におよぼすガラスクロス
の表面処理効果……………中島 達二・斎藤 省吾・滝本 清司・後藤 一夫
 488. 樹脂加工エテロン基布による各種積層板の特性……………柳原光太郎・鈴木 武教
 489. 内部可塑化メラミン積層板について……………片桐 正昭・小山 一彦
 490. 紙基材エポキシ樹脂積層板の耐湿性について……………北原光太郎・佐久本 陽
 491. 積層板の電食要因の究明……………片桐 正昭・神戸 照雄
 492. プラント基板の保護塗装……………伊藤 公男
 493. 合成樹脂積層板に印刷した導体間の電気特性……………網島 英一
 494. 接着剤として用いたエポキシ樹脂の熱電導について……………須田 誠・浅野 雅秋・吉岡 哲夫
 495. 三官能基性ポリエステルを硬化剤としたエポキシ樹脂
について……………島崎 昭夫・田原 滋生
 496. 熱硬化型樹脂の熱劣化試験についての一考察……………堀内 達也・塚田 国雄
 497. 熱硬化型樹脂の充填基材による耐コロナ性について……………堀内 達也・塚田 国雄・熊田 稔

498. 核磁気共鳴吸収によるキャストレジンの熟成現象の検討
……斎藤 幸男・松下 昭
499. 発電機絶縁の耐コロナ性……原 仁吾・平林 庄司
500. 絶縁性液体の帯電現象とその危害について……鳥取孝太郎
501. 絶縁油の非破壊試験法……佐藤 春枝・佐藤 弁造
502. ケーブル絶縁油の化学組成と電界下の安定性
……山田 哲三・藤田 英夫
503. タンク式窒素封入装置における密封油中の酸素透過率
……白井万次郎・大杉 肇
504. ガス飽和溶解状態の絶縁油の破壊電圧
……白井万次郎・原 仁吾
505. 低粘度シリコン油中の導電……上田 実・伊藤 正一
506. 絶縁紙に対する電子線照射効果（第一報）空气中照射による諸特性の変化
……坂本 貞一・吉田 恭信・太田 進・藤井 貞雄
507. 絶縁紙に対する真空中および水蒸気中加熱
……坂本 貞一・吉田 恭信・藤井 貞雄
508. 電気絶縁紙の加熱に関する研究（第5報）加熱後の処理による電気的性質の変化……武 祐一郎・鈴木 豊
……松永 良助・松下 道治
509. 電気絶縁紙の電気的性質に及ぼす有機酸の影響
……武 祐一郎・鈴木 豊・太田 隆之・松永 良助
510. 絶縁紙中の微量水分と誘電特性について
……川井 栄一・南井 孝夫・柴田 正敏・吉田 稔
511. ガス入絶縁油含浸紙の電気破壊特性
……川井 栄一・吉田 稔・南井 孝夫
512. 油浸紙絶縁の漏れ電流について（第3報）
……安藤 慶一・村上 光昭・中津 弘定・平井平八郎
513. 油浸紙絶縁の吸湿と吸収現象について
……安藤 慶一・村上 光昭・中津 弘定・平井平八郎
514. 油浸紙の絶縁破壊における面積及び積層効果について
……山本 武夫・持田 欣介
515. 油浸紙の破壊電圧に及ぼす紙厚、密度、気密度の影響
……佐藤 春枝・下山田富保・坂場 正弘
516. 超高压ケーブル用絶縁紙の研究 核磁気共鳴スペクトルと V-t 特性との関係……下山田富保・佐藤 春枝・斎藤 明
517. 絶縁紙の誘電特性測定用電極に関する考察……入江 俊昭
518. 油浸材料のコロナによる劣化……水谷 彦広・小林 一義
519. 導電性シリコンゴムの特性について その1
……古屋 照雄・植村 裕純
520. ブチルゴム破壊電圧に及ぼす劣化の効果
……高橋 栄・吉田 律夫・神谷 武
521. ゴムの誘電的性質に及ぼす放射線の影響
……稲垣 米一・篠原 卯吉
522. ハイブチルモールド変流器の塩害および屋外ばく露試験
……市来崎達雄・西村喜代志
523. マイラー絶縁のコロナ劣化について……山県 良介
524. 高エネルギー電子線照射におけるポリエチレン中の厚さによるイオン化分布……柿本 弘・松原 健夫
525. 電子線照射による耐熱ポリエチレン被覆電線の性能について……柿本 弘・渡辺 雅夫・井土 守・松原 健夫
……多田昭太郎
526. γ 線被照射ポリエチレンの電気伝導度について……矢作吉之助
527. 放射線架橋ポリエチレンについて（第一報）……鳥居 忠一
……影山 星二・一色 節也・中本 光幸・関口 安貞
528. 放射線架橋ポリエチレンについて（第二報）熱劣化について……鳥居 忠一・影山 星二・石川 久雄・斎藤 肇
529. 架橋ポリエチレンを用いたケーブルの簡易終端処理
……影山 星二・沢 桓・石川 久雄・吉野 順
530. ポリエチレンアセナフレングラフト重合物の性質について……白松豊太郎・秋山 光雄・川久保孝吉
531. ポリ四ふつ化エチレンの絶縁破壊……豊田 実・坂田 精三
532. ポリカーボネート膜の電気的性質（4）
……豊田 実・坂田 精三・本倉 真吾
533. 溶媒和を有する可塑化PVC樹脂の湿度特性
……小木曾敏三郎・小松 辰作
534. ポリ塩化ビニルシートの帯電について
……坂田 弘・渡辺 高宏
535. 固体絶縁物のコロナ放電による酸化劣化特性……加子 泰彦
536. 質量分析計による電気絶縁材料の熱劣化に関する研究（寿命判定法について）……斎藤 幸男・山中 俊一・日野 太郎
537. 各種エナメル線の熱劣化……森田 義男・坂田 桂三
538. モータレット試験による含浸ワニスの耐熱性評価について……高橋 保彦・小川 哲郎
539. 被覆銅線の二、三の測定……角川 正・瀬戸 孝司
540. フレオン-22に耐える絶縁組織の検討
……入貝 信一・秋山 啓一・西崎 純夫・櫻取 春雄
541. KCl の塑性に対する静電場の影響
……仙石 甲三・大植 正義・光藤 裕之・吹田 徳雄
542. Ge 及び KCl の Plasticity に及ぼす照射効果（II）
……光藤 裕之・山本 和夫・吹田 徳雄
543. 固体絶縁物の耐コロナ性測定に及ぼす湿度の影響（2）
……豊田 実・坂田 精三
544. 弾動検流計による絶縁物非破壊試験……田中 庄蔵
545. アンモニオンによるガラスの熱的置換について
……山本 滋・渡辺 泰男・松塚 勇

原子力

546. 原子炉動特性に関する基礎実験（II）……林 重憲・岩住 哲明・
……若林 二郎・桜井 彰・青木 英人・北村 元彦
547. Borax 原子炉の自己制御機構に関する解析……林 重憲
……桜井 彰・若林 二郎・岩住 哲明・北村 元彦・北村哲男
548. Spert-1 Experiment の解析（Ⅲ）……林 重憲・若林 二郎
……桜井 彰・岩住 哲明・青木 英人・竹田 練三
549. 天然ウラン黒鉛減速器冷却型原子炉の制御方式についての検討……渡辺 章・土田 利雄・片岡 治雄
550. 発電用原子炉における中性子束の三次元的空間振動の解析……望月 恵一・石塚 信・中野 秀男
551. コールド型原子炉制御系構成に関する二、三の問題……加賀山 正
552. アナログコンピュータによる東海原子炉の大幅負荷変動の解析……須田 信英・竹内 哲夫・入江 敏雄
553. アナコンによる原子炉ダクト破損時の回路の動特性の研究……都甲 泰正・杉本 宏
554. JRR-3（国産1号原子炉）の粗調整安全棒駆動機構の試作実験……天野 昇・桑原 純・堀内 二郎
……益田 恭尚・鈴木 頼二
555. 原子炉スクラム装置の実験……里山 正蔵・相吉 英男
……高橋 義造・高松 茂行・鈴木 頼二
556. JRR-1 の自動起動……住田 健二・藤沢 武夫・篠原 慶邦
……吉米地 顕・飯島 勉・立原 明文
557. 大幅な原子炉出力変更に対する制御系の一設計法……佐藤 孝平
558. 原子炉動特性の非線形性に関する解析
……渡辺 章・土田 利雄・片岡 治雄
559. 原子炉シミュレータ試作上の問題点
……土田 利雄・渡辺 章・片岡 治雄
560. 磁気増幅器型原子炉シミュレータ
……桜井 良文・森川 鉄也・栗田 孝男
561. 原子力発電所における事故発生確率の考察
……山田太三郎・竹越 尹・宮田 博
562. 重水炉の燃料交換方式に対する電子計算機使用による若干の検討……竹越 尹・中田清兵衛・永山 哲

563. JRR-3 (国産1号原子炉)の計測制御設備
.....天野 昇・桑原 純・吉田恭二郎
564. JRR-3 (国産1号原子炉)の中性子計測設備.....天野 昇・
桑原 純・吉田恭二郎・稲葉 榮治・佐藤 金作・小島 茂蔵
565. JRR-3 (国産1号原子炉)の破損燃料検出装置.....天野 昇・
吉田恭二郎・稲葉 榮治・足立 武・佐藤 金作
566. JRR-3 (国産1号原子炉)の安全装置
.....天野 昇・桑原 純
567. 平均質臨界集合体 (SHE)の核計測装置
.....住田 健二・井上 和彦・樋口幸次郎・足立 武・
佐藤 金作・島田 順二・左沢 国土
568. 原子炉燃料破損検出用データ処理装置
.....大組 健児・三浦 武雄・田代 茂行
569. 放射線によるガス分析 (VI) ハロゲン系ガスの検出感度と
電界、ガス流通速度の関係
.....高井 宗三・多田 昭晴・豊田 実・白石祐四郎
570. 高性能時定数補償回路の設計及び試作
.....久保 盛唯・中島 広海・片岡 治雄
571. 半導体による放射線検出器.....阪井 英次・瑞穂 満
572. パラメトロン記憶方式の256チャンネルパルスハイト
アナライザについて (その2)
.....大塚 昌雄・林 厳雄・木俣 和夫
573. 周波数変調を利用した多チャンネル波高分析器の方式
.....森脇 義雄・河村 達雄・三原 真吾
574. 全トランジスタ化256チャンネル波高分析器
.....桜井 良文・熊代 昌弘・西山 昌・織田 隆雄・
染田 真道・佐々木寛隆・吉野 弘和
575. 原子炉動特性測定用パルス分析機の試作
.....住田 健二・中井 浩二・金原 節朗

電 気 機 器

576. 大森川発電所用発電電動機.....高橋 昭吉・谷越 敏彦
577. 自動式交流発電機の並列運転における一考察
.....柴田 福夫・糸井 宇生
578. 自動交流発電機の弱励磁限界.....清水 照久・中田 隆康
579. 車両用自動交流電動発電機励磁装置について
.....渡辺 亮・林 圭一
580. 自動交流発電機静止励磁回路へのサージ移行電圧
.....中川 修司・平野 郁朗
581. 半波制御全波出力磁気増幅器による交流発電機の電圧調整
.....成瀬 民也・鈴木 春男
582. 高圧回転機コイルの新しいコロナ防止法
.....百武 貞幹・大川 幹夫
583. 発電機線輪の表面コロナ防止.....森 元吉・藤森 正敏
584. 発電機コイルの強制劣化による絶縁特性の変化
.....平井平八郎・村上 光昭・三宅 順夫・中川慶次郎
585. 発電機コイルの断面の形状と絶縁耐力.....鈴木 貞雄・福田 正
586. 発電機巻線の絶縁耐力と経過年数との関係
.....福田 正・鈴木 貞雄
587. ビニル・シリコン・ラバーを用いた発電機コイルの絶
縁特性について.....小穴正一郎・上村 哲・大沼 広
588. 交流発電機の商用周波重畳衝撃電圧破壊試験
.....塩谷 新吾・三谷 和夫・中川 修司・相沢 徹
589. 電子計算機による短絡発電機短絡時における諸特性の解析
.....迎 久雄
590. 同期発電機のリアクタンス飽和特性の測定
.....藤井新兵衛・等々力 達・中谷 節男・新井 敏夫
591. 同期電動機の軽負荷における乱調の解析
.....竹内寿太郎・長沢三四郎
592. 限界滑りに対する制動トルクの形状と原動機トルクの影響
.....植野 一郎・平石 了・上之園親佐・上之園 博

593. 凸極型同期の逆励磁における slip 時の現象について
.....奥山 五郎・岡田新之助
594. 同期調相機の逆励磁運動による遅相容量について
.....西村正太郎・奥山 五郎・岡田新之助
595. 変周対称座標法による同期機の不平衡解析
.....松山 守也・秋山 守雄
596. 同期機層間短絡事故発生時の電機子循環電流.....相原 弘永
597. 単相同期機の過渡現象解析の一方.....野中作太郎
598. 同期機の基本設計.....近藤 晴男・藤野 義一
599. 第2正相 (逆相) 式消弧装置の特性について
.....小林 惟康・山水秀一郎
600. 多速度二相同期電動機.....奥野 一夫
601. 三相反作用電動機の非同期、同期特性.....竹内寿太郎・磯部 直吉
602. T.W.N 形振動モータ.....近藤 晴男・藤野 義一
603. 磁石発電機設計における磁路の取扱.....増田 節夫・大川 光吉
604. 可変リアクトルによる磁石式交流発電機の電圧調整法
.....大川 光吉・安井 利男・増田 節夫
605. 籠形誘導電動機の電磁的回路網としての一考察.....藤原 一
606. Variable Phase Shifter による電気機械の等価回路の誘導法
.....宮入 庄太
607. 誘導電動機のG形等価回路による特性算定法.....猪狩 武尚
608. 三相誘導電動機の最大力率について.....大石 忠央・古屋 直臣
609. 三相誘導電動機の短絡電流.....高林 乍人・奥田 健三
610. 変周対称座標法による非同期機の解析.....秋山 守雄
611. 半同期発電機推移を電動機駆動特性について
.....辻 節三・青柳 清治
612. 整流器による巻線形誘導電動機の二次励磁について.....松山 公一
613. クレーマ及びシエルヒウス方式の一変形 (誘導電動機
による直、分格特性の速度制御).....柴田 福夫
614. 籠形誘導電動機の速度調整の一方について.....蓮見 孝雄
615. 磁気増幅器による電磁カップリング電動機制御の一方
.....光野 重敏・徳田 清・畑 四郎
616. 誘導回転機の内線図観測装置
.....三浦 五郎・松尾 正孝・田原 静一
617. かご形誘導電動機の回転子電流測定
.....古賀健一郎・飯尾 義方・新保 克司
618. 電力用負性インピーダンス変換器 (誘導電動機への応用)
.....小林 健一
619. 純単相誘導電動機の簡易特性計算法.....坪島 茂彦・芝 則之
620. リアクトル補償式コンデンサ電動機について
.....大西 和夫
621. コンデンサラン電動機に発生する交番回転力について
.....水戸 栄・岐部 淳治
622. シュミレータによるコンデンサラン電動機特性計算法
について.....岐部 淳治・水戸 栄
623. 二相分相型コンデンサ電動機の近似円線図による諸特
性の求め方.....本間 磐
624. 進相コンデンサによる補償した単相分巻電動機.....斎藤 仁代
625. 隅取型誘導電動機における回転磁界について
.....本田 久・野村 精一・赤木 保
626. レラクタンス起動単相誘導電動機.....大岡 宏
627. ヒステリシス電動機特性改善に関する一二の実験
.....草刈 遼・湯井源二郎・佐々木時雄・山本 博生
628. 単相直巻整流子電動機の再生制動.....足立 良夫・子安 英久
629. 2相サーボモータの動作特性の解析について (第2回)
.....渡辺 泰男
630. 2相サーボモータの制御電圧-トルク特性の直線化に
ついて.....松塚 勇・渡辺 泰男
631. 二相サーボモータの設計法について.....大木 創・重藤 竹夫
632. プリント配線的な巻線を有する誘導型機器の巻線寸法の
決定法.....安濃 恒友・斎藤 周次

633. 整流改善を行なった変圧整流機の効率について (そのⅡ)矢木 敏彦・松山 守也
 634. 波高分析器による新整流試験法稲垣 純平・伊東 清
 635. アーク発生を伴う摺動接触摩擦発生機構の一考察岩瀬 勝・横井 一雄
 636. 整流子表面凹凸の簡易測定装置乙武 一吉・露木 尉二
 637. 動摩擦係数の測定について堀井 武夫・近藤 弘道
 638. 低気圧中のブラシの二三の特性宗宮 知行・宮地 邦夫
 639. カーボンブラシの通電摩擦に関する実験式稲垣 純平・伊東 清
 640. 定圧力型刷子保持器の特性武政 隆一
 641. ブラシ整流能力の一判定法宗宮 知行・大久保勝弘
 642. 高電流密度域における電刷子の動的 V-I 特性西見 幸生・高田 茂夫
 643. 直流機の過渡特性に対する過電流の影響—第 3 報—山村 昌・茅 陽一・岩本 雅民
 644. フルイドマッパによる直流機空隙磁束分布について金子 研弥・遠藤 耕喜・小松 光男
 645. 直流機補極磁束の電機子溝及び歯の影響金子 研弥・遠藤 耕喜・小松 光男
 646. 直流機せん絡の高速撮影とせん絡電流山村 竜男・山崎 正悟
 647. 小形直流電動機の入力トルクよりみた電機子寸法と電磁 装荷川田 輝明・高橋 義夫
 648. 直流機の電機子反作用に関する一考察—広瀬 敬一・金子 和夫
 649. 直流機の整流中のコイルに貯えられた $\frac{1}{2}Li^2$ について林 邦雄・内藤 正本
 650. 直流通巻電動機速度の速応性について金森 隆司・松田 敏彦・林 邦雄
 651. 界磁巻線との相互誘導を考慮した直流機のリアクタンス 電圧林 邦雄・内藤 正本
 652. 衝撃波印加時の直巻電動機の現象宗宮 知行・高橋 正善
 653. 電気機関車主電動機の絶縁特性並びに整流子片間のサージ分担電圧について山本 安也・大沼 広
 654. 過負荷運転を行った電車用電動機の絶縁特性百武 貞幹・鈴木 徳一
 655. 小型単極電動機大河内重信
 656. 1,650kV 試験用変圧器浅野 次夫・小林 英一
 657. スコット結線 96 相変圧器熊木 貞治・平塚 篤・田村 良平・南角 英男
 658. 400kV 超高压変圧器村上 有・谷中 頼朝・田村 良平・南角 英男・菅木 俊之
 659. 大容量変圧器の漏洩損清水 榮
 660. 電子計算機に依る変圧器の諸特性の調査川口 芳弘
 661. 数値計算機による変圧器内部電位振動の計算奥山 賢一・筑川 俊雄
 662. 円筒形ブロック巻線内部の衝撃初期電位分布前川 定雄・大久保善文・池田 義明
 663. 模擬送電線による Y-Y 変圧器の高周波特性試験上之園親佐・町田 武彦・上之園 博
 664. 3 相回路における高調波振動について林 重彦・木嶋 昭・加藤 隆一
 665. 一次導体を同心状に配置した ZCT竹田 清・中田 一衛
 666. 3 相並列形可飽和リアクトルの動作解析 (交流及直流抵抗負荷, 定常状態)森 春元・漆畑 隆夫
 667. センゼンスイッチの遮断アークの高速撮影とその切替プロセスの解明川島 毅・春本 巧
 668. 超高压負荷時電圧位相調整器桜木 義祐・日向 成行
 669. 籠形気中シールドのコロナ開始電圧山本 重義・本田 照夫
 670. 油中課電頭部のシールド効果の解析山本 充義・吉田 宏
 671. 高電圧ブッシングの閃絡特性山本 充義・丸山 昌也・服部 正
 672. 変圧器油中コロナの検出波形三谷 和夫・加藤 泰生
 673. 油中と気中におけるコロナパルス電流波形の差異三谷 和夫・加藤 泰生
 674. 電力用コンデンサ誘電体の熱的安定性について大嶋 幸一・吉田 恭信
 675. 高周波電車型同期機の雙周対称座標法による解析郷野 善夫・秋山 守雄
 676. 三相誘電モーターの起動回転力について安宅彦三郎・野村 精一・本田 久
 677. サスペンション型タイヤ・ドライブ方式による天井走行クレーンの騒音測定平根 喜久・神内極重郎
 678. サーマルリレーの動作特性中田 宏
 679. 周波数補償付 AVR の一設計池田 吉堯・上柳 伸三
 680. 直流励磁変圧器を用いた線路用 AVR竹内 伯昭・森沢 一栄
 681. 高電圧水銀整流器の中間電極の動作特性と分圧法について馬淵 貞雄・江沢 登・渡辺 洋・林 和俊
 682. 高電圧水銀整流器の逆電流の特性高橋 重男
 683. 水銀アーク変換装置の高周波振動の一考察中村 福三・小坂 義晃・山田 直平
 684. 水銀整流器の振動防止回路について岸 敬二
 685. ガス入り水銀整流器の低温特性阿部 久康・山口 峯男・高島 惇
 686. 逆弧と陽極面の受けるエネルギーについて松本寅治郎・米沢 昭
 687. 界磁回路用水銀整流器について太田 寿
 688. 高電圧大電流パルス回路用イグナトロン難波江 章
 689. 回転形定周波電源装置滝田 義介・牧野 祐三・上妻 一郎
 690. 列車暖房用单相自励式インバータに発生する高調波電圧岩田 幸二
 691. 整流器による交直両側変調波に対する等価回路竹内 五一
 692. 整流器直流側回路インピーダンスの調整による交流側調波軽減法について芹沢 康夫
 693. 進相コンデンサを有する整流回路転流時の現象打波 正己・相川 浩・今井 孝二
 694. 逆起電力を有する单相全波整流回路の転流期間中の特性本郷 忠敬
 695. 高周波インバータの安定度に関する研究 (第 3 報) 直列負荷秦 常造・平根 喜久
 696. 真空絶縁封入部のガラス中の応力山口宗五郎・太田 重郎・芦田 勝治・瀧美 武
 697. ソード電解における起動時の過電流について和田雄三郎・山田 寛一・武居 文雄・山崎 一雄
 698. 車両用シリコン整流器について川上 直衛
 699. Duty cycle を有する半導体整流装置今井 孝二・久野 弘
 700. 半導体整流素子 μ -i 動特性測定回路に対する一考察北村 寛一・近藤 明博
 701. シリコン整流素子の熱系統について杉田正吉郎・加藤幸 郎・中村 一男
 702. 電流平衡コイルの形状に関する考察 (その 2)池田 吉堯・鶴島 稔夫
 703. 制御極付整流器の直列接続岡 久雄・大島 征一
 704. パワートランジスタによる直流定電圧安定装置 (出力 1 kW) の試作および考察木方 靖二
 705. パワートランジスタを使用したインバータ (小容量交流電動機用) の試作西 正昭・宮城 弘
 706. 2 MV コッククロット形直流高圧発生装置森山 昌和
 707. 電力用交流リヤス器における内圧測定の一方式とその実験結果報告武安浅太郎・河野 廉弘

708. 消弧室付油遮断器の残留電流
.....等々力 進・中谷 節男・矢ヶ崎義一
709. 交流アークの動特性.....中西 邦雄・村田 欣一・田上 邦治
710. 12 kV 2000 A 1000 MVA 屋内用空気しゃ断器の実負荷試験
.....奥 博志・岡崎 武男・井手 孝
711. 空気しゃ断器のアーク時定数.....伊藤 利朗・大倉 敏幹
712. 交流小電流のしゃ断現象(1).....遠藤 正雄
713. 空気しゃ断器ノズルのシュリーレン実験における三次元二次元変換について.....潮 恒郎・八代 稜穂
714. 空気しゃ断器における高速気流の観測.....富室 祥三・小泉 尚夫
715. 抵抗しゃ断部の再起電圧苛酷度.....潮 恒郎
716. 近距離線路故障としゃ断能力検証法.....大谷 和夫
717. 高圧しゃ断器の等価しゃ断試験
.....水谷 明蔵・鈴木 誠・中村 博
718. 交流高圧磁接接触器に消弧方式に関する研究
.....宮内 一憲・伊藤 昭吉
719. 直流無電弧しゃ断の一方式について
.....広瀬 敬一・山口 高文・市川 友之・寺西 孝
720. 試作真空スイッチの試験結果について.....鈴木 忠平・富士 暁
721. 大容量半導体整流器保護用高速限流ヒューズ
.....吉雄 稔彦・岩原 皓一
722. 車両ヒューズ用消弧石灰粒の特性.....広瀬 淳雄
723. 低騒音空気遮断器.....高砂 常義・小林 哲郎
724. 磁気しゃ断器の電動および操作機構
.....吉雄 稔彦・岩原 皓一・田中 秀夫
725. 永久磁石磁気吹消式交流避雷器
.....枝元 啓次・難波 正治・富田 時雄・木村 茂延
726. ODB-150型制弧避雷器.....益田 淳一・内儀 忠恕・加藤 保昭
727. 自立形超高压オートバブル避雷器の諸特性.....大木 正路
.....森 直次・岡田 昌治・岩崎 晴光
.....東 正義・鎌田 隆好・田口 修
728. 超高压での交流と衝撃電圧重畳試験
.....荻野 武・小林 保定・押之見国雄
729. 避雷器の特別動作責務試験条件の検討.....尾崎 勇造
730. 避雷器特性要素の放電耐量について.....鶴見 策郎
731. 避雷器特性要素の吸水特性について
.....尾崎 勇造・高梨 貢・浦永 保衛
732. 磁気増幅器の設計法.....別所 一夫・伊藤 清
733. 磁気増幅器の最大磁化力(環状鉄心の場合)
.....鈴木 匠・宮沢次郎・茂泉 岳佐
734. U形鉄心の経済的寸法化.....宮沢次郎・針谷 圭一
735. 磁気増幅器の騒音について(その1).....高井 敏夫
736. 角型ヒステリシス鉄心の非対称特性
.....今尾 隆・杉浦 繁二・三浦 清
737. 鉄心のBHトレーサの増幅器の条件について
.....川西 健次・志田 多市
738. I型鉄心の経済的寸法化.....宮沢次郎・茂泉 岳佐
739. 制御磁化特性を用いた磁気増幅器の設計法(その2, 巻線数の算定).....村上 孝一・沢田 知義
740. 経済性を考慮した磁気増幅器用磁心の最適寸法について
.....村上 孝一・沢田 知義
741. 自己帰還型磁気増幅器回路における動作モードの分類
.....姫井 豊治・藤塚 健・安 大誠
742. 磁気増幅器の波形解析(Ⅲ)(負の動作領域)
.....姫井 谷治・藤塚 健・安 大誠
743. 高周波磁気増幅器.....藤安 道雄
744. 安定な帰還回路を有する高増幅度磁気増幅器.....井上 達夫
745. 三相半波自己飽和磁気増幅器の特性.....村松 文夫
746. 交流電源電圧変化に対する磁気増幅器の応答
.....水上 憲夫・松村 文夫
747. 三相倍周形磁気増幅器の特性.....原田 耕介・前間 嘉博
748. 過励振における磁気倍周器の動作.....原田 耕介・井上 信義
749. 磁気共振器の動作(第2報)
.....桜井 良文・石田 二郎・阪尾 正義・佐藤富士雄
750. 連応性高利得磁気増幅器.....浜岡 文夫・山崎 英蔵
751. 新形増幅器等磁気増幅器.....原田 耕介
752. 微少高周波入力用磁気増幅器.....成瀬 民也・鈴木 春男
753. 半波制御全波出力プッシュプル多段磁気増幅器
.....成瀬 民也・福田 十
754. 磁気増幅器による開閉トランジスタの制御
.....菊地 正・山下 弘雄
755. DCリセットと交流半波リセット回路の跳躍過程
.....大照 完・小林 知道・菊川 良夫
756. 多段形磁気増幅器の特異現象.....穴山 武
757. 過剰リセット域に生じる磁気増幅器の寄生振動.....大野 栄一
758. 交流入力用半波ブリッジ型磁気増幅器のドリフト
.....成瀬 民也・大内 隆夫
759. 2相モータを負荷とする磁気増幅器について
.....桜井 良文・岩堀 恭三
760. 磁気増幅器を用いた隔隔制御装置
.....山田 一・中村 浩・布本 芳忠・平沢 孝幸
761. 磁気増幅器型高選択性制御方式
.....上屋 英俊・山田 一・平沢 孝幸・布本 芳忠
762. インダクタ型単相磁気周波数変倍器の特性.....一戸 英敏

電 気 鉄 道

763. ED71型交流機関車試験(水銀整流器関係).....石合 定蔵
764. 蓄電池機関車用主電動機容量と蓄電池容量の関係
.....北野 豊・坂口 保
765. 走行曲線より見た車両用変圧器の容量について.....小島 四夫
766. 水銀整流器式交流電気機関車の電圧制御装置
.....小野田芳光・杉本 光昭
767. 7 現示式自動列車制御装置について.....河辺 一
768. 電鉄用変電所集中制御における連絡伝送特性について
.....能木 貞治・星野 昭翁・古田 晋吾
769. マイクロを用いた電鉄変電所集中制御の実施方式について
.....能木 貞治・星野 昭翁
770. 交直流電気車の交直車上切換方式について.....福岡 直治
771. 交流高圧感電防止装置.....夏目 和恵・香川 正明
772. 高感度空転検知装置.....香川 正明
773. 架線の力学的特性の推算法...(I)押上特性
.....柴田 碧・井原 博
774. トロリ線の常温衝撃合わせ圧接法.....山路 賢吉・中村 光雄
775. 剛体架線について.....桑沢 郁郎・下川 彪・小田 敏彦
776. 連続綱目架線の集電性能について.....桑沢 郁郎
777. パンタグラフスリ板の摩耗(現車試験).....岩瀬 勝
778. 直流饋電線選択短絡継電装置(中間検出方式)
.....林 武志・鈴木 四郎
779. 油・油管の電食防止設計
.....福田 滋夫・岡嶋 謙二・坂田 弘・加藤 一夫

発 送 配 電

780. 紙ポリエチレン複合シート絶縁体のインパルス破壊強度(第1報)
.....小島 啓示・田中 成幸
781. 高電圧用積層絶縁材の研究と其の応用(主としてケーブル付属品に就いて).....川井 栄一・増田 雅彦・中野英三郎
782. ケーブルの誘電正接電圧特性測定時における外部コロナの影響.....入江 俊昭・宇津見浩一
783. 287.5 KV OF ケーブルの研究(第5報・壱塚布設実験)
.....中山 忠晴・小島 啓示・西 道夫・中川 朗利
784. 写像変換型電界解析装置による電界測定法
.....加賀谷誠一・高岡 道雄

785. 110 kV 3 心 OF ケーブルの完成……………高橋 修・中山 忠晴
 786. 超高圧電力ケーブルの過渡油圧特性
 ……………西 道夫・北村 嘉明
 787. 電力ケーブルの負荷変動に伴う温度上昇特性のアナコン
 解析……………中川慶次郎・山口 博久・西 道夫
 788. OF ケーブル用給油接続箱の試作
 ……………徳永 慎一・草野 哲夫・今野 清・松尾 惇一
 789. アナコンによる OF ケーブル F. T. - P. T. 給油系統の解析
 ……………星野 弘之・今野 博・網野 弘
 790. 定圧力給油槽の研究 (第 2 報) (第 1 報) ……………高田 満・小島 啓示・中西 正士
 791. OF ケーブルの半径方向の油流抵抗……………小島 啓示・田中 成幸
 792. 超高圧 OF ケーブルの強制冷却
 ……………川井 栄一・細川 宏一・天谷 敏夫
 793. OF ケーブル油の常温劣化特性について (第 1 報)
 ……………小島 啓示・田中 成幸・丸山 誠史
 794. 地中ケーブルの温度上昇とフルイド・マッパへの応用
 ……………福岡 醇一・上村 正雄・橋本 博治
 795. 土壤熱抵抗の測定……………加賀谷誠一・中村 広治
 796. 20 kV 級断路器付接続函について
 ……………満井一郎右衛門・井戸本宗三・小島 啓示
 797. 60 kV Y 型断路器……………加賀谷誠一・秋山 広司
 798. 断路器付き接続箱……………落合 節夫・今野 博
 799. 287.5 kV OF ケーブル屋外終端函のアーキングホーン
 特性について……………小島 啓示・西 道夫・中西 正士
 800. 超高圧ケーブル用ブッシングの衝撃閃絡特性ケーブル EI の測定
 (に関する一考)……………本田 昭夫・草野 哲夫・松山 喬
 801. コンデンサー型ケーブル終端函の閃絡特性に就いて
 ……………中野英三郎・菊地 幸司
 802. ケーブルの機械特性に関する二三の検討 (ケーブルの E
 I 測定に関する一考察)……………中野英三郎・南井 孝夫・菊地 幸司
 803. ケーブルオフセット鉛被歪に対する基礎的考察
 ……………代谷 正元・秦 晴夫・西 道夫
 804. オフセットケーブルの鉛被歪について……………堀 芳郎・立川 康
 805. ケーブルの屋外長期実用試験について
 ……………川井 栄一・吉田 律夫・増田 繁夫
 806. 鉱山坑内におけるケーブルの接続方法……………和田 博・菅 省治
 807. 500 kV 高油圧 OF ケーブルの研究
 ……………東野 俊一・小島 啓二・後藤 正明
 808. 500 kV 超高圧 OF ケーブル及びその附属品に就いて
 ……………田畑 稔雄・井上 次男・中野英三郎・細川 宏一
 809. 我国最初の SA 型 OF ケーブルについて
 ……………大西 守・柳内 博雄・船越 利昭・青木 清
 810. 平角鉄線鎧装パイプタイプコンプレッションケーブル
 ……………大西 守・奥 敏夫・柳内 博雄・青木 清
 811. プラスチック OF ケーブルの研究 (第 2 報)
 ……………藤沢 喜一・小島 啓示・後藤 正明・田中 成幸
 812. アルミシース電力ケーブルのオフセット実験 (第 1 報)
 ……………柳内 博雄・荒木 功敬・浅井 隆之
 813. ケーブル鉛被としての E 合金
 ……………水上徳五郎・大島 芳昭・大内 敬次
 814. 東京電力千代田変電所納入 1541.66 kV エレファント
 ヘッド……………鈴木 重郎・南中 孝夫・武井 隆治
 815. 超高圧ケーブルエレファント型終端装置について (第 3 報)
 ……………満井一郎右衛門・小島 啓示・西 道夫・中川 朗利
 816. エレファントブッシングにおけるケーブルの振動 (そ
 の二)……………加賀谷誠一・鹿間 貞吉
 817. 7,500 kVA, OF ケーブル直結型変圧器
 ……………橋本 博治・渡辺 靖明・浜田 義雄・秋丸 舜二
 818. 変圧器直結ケーブルの振動実験
 ……………草野 哲夫・松尾 惇一・抽原 宏章
 819. Non Draining Cable について
 ……………山本 武夫・渡辺 悦次・根本 英邦
 820. ブチルゴム電力ケーブルの 2, 3 の特性
 ……………依田 文吉・佐藤折美男
 821. 高圧ブチルゴムケーブルのコロナレベルと破壊電圧 (第
 2 報)……………奥 敏夫・青木 清・井上 俊輔
 822. ブチルゴム電力ケーブルの交直比
 ……………依田 文吉・富田 一男・北村 洋
 823. ブチルゴム電力ケーブル端末の注水時の表面閃絡電圧に
 ついて……………川井 栄一・吉田 律夫・増田 貴男
 824. ポリエチレンケーブルの構造と特性
 ……………吉田 恒美・増田 繁夫・西川 忠成
 825. 日立 CS ケーブル 2 型の防爆特性
 ……………杉山 正夫・根本 恵夫・定行 吉郎
 826. DCP 架橋ポリエチレンについて……………横田 英彦・渡辺 雅夫・松田 恭治・砂原 治明
 827. 管内布設絶縁電線の温度上昇と許容電流について (電線
 1 本の場合)……………熊田 哲夫・高橋 光雄・田中 通雄
 828. 管内布設絶縁電線の温度上昇と許容電流について (電線
 多数の場合)……………中尾 信男・高橋 光雄・田中 通雄
 829. 電離気体を用いたエナメル線のビンホール検査法
 ……………八田 吉典・伊藤 善一・川添 敏信
 830. 系統の停電確率に対する一考察……………関根 泰次
 831. 経済的な未開発水力のピーク継続時間について
 ……………三木 昭二・湊 嘉徳
 832. 経済運用における運用期間の限界について
 ……………福田 節雄・豊田 淳一
 833. 無効電力協調制御について……………永村 純一・甲賀 将之
 834. 1 火力 1 水力の簡易モデル系統に関する電力系統の経済
 運用……………埴野 一郎・田村 康男・青木 忠・成田誠之助
 ・尾崎 亮一
 835. グラジエント法による電力系統経済運用計算法について
 (落差変動を考慮した直列水系の計算)……………本間 四郎・木村 正行
 ・氏家 一彬・三国文二郎・本多 波雄・河竹 好一
 836. 水火併用系統の最適運用の特徴と其の計算機制御につ
 いて……………木村 正行・本多 波雄・大泉 充郎
 837. 水火併用系統の確率的経済運用の簡単化について
 ……………木村 正行・原 健一・本多 波雄・大泉 充郎
 838. 水火並用経済運用における溢水処理法……………有働 宗幸
 839. 磁気を用いた同一水系発電所の発電量相似計算回路につ
 いて……………高崎卓二郎・村上 孝一
 840. 総合的降水量による系統の総水力の年平均可能発電力の
 推定……………大久保達郎・相馬 敬司・杉山 時雄
 841. 調整または貯水式水力における過水確率と可能年最大尖
 頭発電力との関係……………大久保達郎・須山 武司
 842. 自流のある揚水発電所の運転計画について
 ……………国近 昭徳・三木 昭二
 843. 揚水発電所の制御……………大瀬 賢也・斎藤 武
 844. デジタル計算機の自動プログラム方式による自動制御
 系の解析……………埴野 一郎・田村 康男・宋 吉永・高森 寛
 845. ブロック・ダイヤグラム・シミュレータと自動プログラ
 ム方式の結合……………埴野 一郎・田村 康男・久保田謙治
 846. 周波数自動制御装置の制御特性の比較
 ……………尾出 和也・西山 栄枝・三井 恒夫・鈴木 健司
 847. 二調整用発電所間の制御分担について
 ……………三井 恒夫・鈴木 健司・尾出 和也・西山 栄枝
 848. 変動負荷が AFC 用発電所の水理系におよぼす影響につ

- いて……………田中 止
849. 模擬調速機の改良とその特性について
……………甲賀 将元・関根 武弘・沢田 慎治
850. 水車発電機の調定率の与え方について…土屋 和夫・永野 泰男
851. レベルガバナの経済的設備について…長縄 広司・永野 泰男
852. 電力系統の力率改善と電圧調整……………海津 明彬
853. 電力系統電圧、無効電力の合理的調整方式……………谷合 清一
854. 放射状送電系統の最小送電損失について……………中前栄八郎
855. 二機送電系統における過渡安定度の判定法
……………益子 充・中村 正雄・平沙多賀男
856. 過渡安定度准理論計算法の検討(第2報)
……………林 重憲・卯本 重郎
857. 系統動揺時における等価電源の一取扱法
……………小池東一郎・奥泉 隆之
858. デジタル計算機による過渡安定度の自動計算 其の一、電力潮流の自動計算……………埴野 一郎・田村 康男・宋 吉 永
859. 繰返し型アナコンによる電力系統過渡安定度の研究(その1)……………益子 充・中村 正雄・平沙多賀男
860. 電子管式過渡安定度計算機(第5報)(ガバナ動作の安定度に基づく影響)……………横井 信司・市川 真人
861. 誘導発電機の過渡特性について
……………上之園親生・上之園 博・堀内 長之
862. 誘導発電機並列時の電力系統の過渡特性
……………高林 乍人・奥田 健三・村田 博之
863. 同期機の再同期化範囲について……………上之園 博
864. 自動交流発電機の等価回路と系統安定度との関係について……………海津 照裕・金子 隆一
865. 自動電圧調整器特性の発電機動態安定度に基づく影響
……………埴野 一郎・田中 久雄・秋月 智
866. 送電線路の負荷遮断と AVR
……………林 重憲・末広 正一・奥田 一郎
867. 直列コンデンサによる電圧脈動軽減の実施例
……………中島 忠輔・大藪 進・大嶋 幸一・野田清四郎
868. 電弧炉用同期調相機の応動特性
……………真田 安夫・築地 一雄・中前栄八郎
869. 直列コンデンサ付同期調相機の適用
……………永村 純一・関根 武弘・沢田 慎治
870. 直列コンデンサ回路の分数調波振動とその抑制対策
……………水口 栄助・関 章良・西台 惇
871. 水銀整流器負荷を多数有する系統における直列コンデンサの実地試験結果
……………林 正巳・塩見 幸三・水口 栄助・堀江 豊
872. 交流電線用直列コンデンサの二、三の問題
……………水口 栄助・斎藤 榮三・小西 忠重
873. 距離継電器応動解析法の改良……………中山 健一・安藤 文郎
874. 距離継電器の脱調時誤動作防止について(その2)
……………朽木 雄蔵・中島 隆雄・松岡 徳次
875. 二回線同時故障の解析……………日高 一彦
876. 並行2回線送電線の距離継電方式
……………三田 勝茂・中山 敬造・高林 乍人・磯野 昭
877. 交流計算機に依るインピーダンス軌跡自動記録装置
……………上松 寛治・佐藤 行信
878. P.D. 過渡現象によるモー・リレー誤動作の判定(Ⅲ)
……………栗松 立木・泥堂 多積・寺田浩一郎・中山 健一・安藤 文郎
879. 継電器誤動作防止回路付コンデンサ形計器用変圧器
……………植田 久一・上田 寛・泉 茂也・楯垣 茂雄
880. 滝川幹線の保護継電方式について……………川原 光男
881. 母線保護用位相比較継電器……………安藤 文郎・小林 進
882. 1部直接々地の併用と系統構成について
……………中西 弘・久保木 実
883. 超高压送電系統の多相再閉路にともなう二次電流電圧及回復電圧について……………森 英夫・堀米 孝・関根 武弘
884. 一線地絡しゃ断時の閉閉異常電圧(その2)
……………新井 敏夫・藤井新兵衛
885. 無負荷変圧器の投入過渡電流遮断異常電圧発生機構
……………鬼頭 幸生・宮地 厳
886. 並列コンデンサ閉閉時の過電圧(続)
……………関 章良・長岡 好文・柳沢 重義・吉川 正也
887. 連成振動による異常電圧……………馬場 準一・林 重雄
888. 計数形計算機による電力系統の過渡現象計算法
……………馬場 準一・芝滝 寿宏
889. 3相電力系統における事故時電圧の図式解法……………安藤 文郎
890. 三相短絡電流が時間と共に増大する現象について
……………日高 一彦・馬場 準一・中村 忠
891. 系統短絡電流直流分計算法……………藤井新兵衛・新井 敏夫
892. 系統拡大に伴う短絡容量の変遷について……………酒巻 恒一
893. 配電線における避雷器の適用と雷害事故
……………広瀬 勝・大和 玄一・松本 晃介
894. 雷雨中の配電線における高圧ヒューズ切れに関する検討
……………大和 玄一・松本 晃介
895. 高压ループ配電方式について
……………日原 良造・坂本 良憲・勝田 武
896. V結線電灯動力共用低圧配電方式における1線断線故障について……………宮城 弘・今川 三郎
897. 環状配電線における線電流の不均衡と電力損失について……………今川 三郎
898. 簡易絶縁劣化検出器の原理とその応用…武藤 三郎・若山 英太
899. 試送電方式によるB形閉路点標定器の概要ならびに動作実績について……………大泉 源立・吉田 光二
900. パルス走査型故障点標定器の試作
……………浅原 正・中島 泰・荻原 宗夫
901. 磁器ドラムを使用した送電線故障点標定装置
……………原 稔・中島 勝吉・若島 正哲
902. 送電鉄塔の雷電流分布の一考察
……………松元 策・永尾 惇・金古喜代治
903. 架空送電線不平衡絶縁の効果……………川合 幹雄
904. 低架空大地帰路線路における波動インピーダンスの異常昇降現象とその利用
……………岩本 国三・丹羽秀太郎・加藤 行雄・巽 将太郎
905. 大地に垂直な導線に沿う進行波の伝播特性
……………林 重憲・木嶋 昭・卯本 重郎・星野 聡
……………高田 努・新田 東平・三浦 良和
906. 多導線系における初期値境界値問題の解法(第3報)……………木戸 正夫
907. 有刺埋設地線の過渡特性……………大久保達郎・林 宗明
908. 衝撃電流に対する接地抵抗Ⅷ(線型素子による表示)
……………大久保達郎・黒木 正明・所 和広
909. ケーブルを含む回路のサージ保護……………馬場 準一・森本 英男
910. 送電線用パルス式アーステスタ……………藤高 周平・田代文之助
911. 発電所における避雷装置の保護効果について
……………橘川 治幸・三谷 弘
912. ケーブル架空線接続回路における避雷器による抑制効果について……………橘川 治幸・三谷 弘
913. 衝撃電流による発電所制御ケーブルの誘起電圧について……………山村 豊・善波 正夫・高橋 優
914. 飛行場照明用ケーブルの雷遮蔽について
……………麻生 忠雄・小山 三郎
915. 多導体送電線周囲の電位傾度
……………武藤 三郎・津田 一男・原田 則雄・鳥井 裕
916. 架空送電線のコロナ雑音の計算法……………三入 利一
917. 衝撃波コロナ損の解析……………池尻 文哉・永野 宏郎・松尾 惇一

918. コロナ雑音レベルの推定に関する問題点(1)……………本田 昭夫
919. 直交送配電線間のコロナ雑音の結合防止法についての基礎試験……………岩本 三郎・林 政美・平野 慎吾・中山 良顕
920. 直交送配電線間のコロナ雑音の結合について……………安生晃一郎・石原 鼎三・平野 慎吾・中山 良顕
921. 平行副導線による高周波伝播阻止回路……………原田 浩・沢田 嘉嗣・中村 宏
922. 絶縁型ボールソケットスペーサのコロナ特性について……………中村 宏・沢田 嘉嗣・近藤 滉・加賀谷誠一
923. 電線表面上の水滴からのコロナ放電(I)……………佐藤 芳夫・角田 美弘・荒井 健次
924. 送電線コロナ現象の解析(第4報)水滴先端よりのコロナ……………永尾 宏郎・沼尻 文哉
925. コロナ放電を考慮した送電線の模擬回路について……………山村 豊・善波 正夫・有馬 泉・馬島 京平
926. 送電線のコロナパルスについて(同心円筒電極のコロナパルス)……………近藤 滉・大窪 協・小室 和男
927. コロナ雑音の実効値測定について……………沢田 嘉嗣・中村 宏・秋間 浩
928. 雑音電圧実効値測定器の試作(第1報)……………東野 俊一・長崎 昌司・松井 久
929. 東京東線コロナ雑音実測結果中間報告……………竹下 英世・藤井 祐三・中村 宏・沢田 嘉嗣
930. 円筒と試験線による 240 mm² ACSR 複導体のコロナ雑音特性の比較……………森 英夫・近藤 滉・木野 二郎・加賀谷誠一・梶田 収
931. 超高圧裸導体のコロナ防止に就いて……………今西 周蔵・長崎 昌司
932. 400 kV 級送電線用複導体のコロナ特性(第1報測定上の問題点)……………東野 俊一・今西 周蔵・長崎 昌司
933. 400 kV 複導体架空送電線の最適素導体間隔について……………木野 二郎・高岡 道雄
934. 田無超伝正試験送電線による複導体方式のコロナ特性(その2)……………山田太郎・森 英夫・近藤 滉・大窪 協・木野 二郎・加賀谷誠一
935. 超高圧同心円筒試験設備によるコロナ試験(5)……………西島 昭之・本田 昭夫・練間 正男
936. 中部電力大高変電所におけるコロナ雑音の伝播試験について……………林 政義・石原 鼎三・平野 慎吾・中山 良顕
937. サージ模擬計算盤による変電所のコロナ雑音減衰特性の解析……………山村 豊・有馬 泉・須見 彰・首藤 和郎・松林 義数・長崎 昌司
938. 非誘架送電線の電力線搬送周波数特性……………後沢 通弘
939. 東京電力超高圧外輪線の電線周波数配置と北東京変電所母線に於ける搬送波漏洩減衰特性……………相木 一男・西山 長吉・大野 豊・藤木祥一郎
940. 275 kV 複導体送電線の高周波特性……………後沢 通弘・影山 好夫
941. 東京電力における電線雑音試験について……………中村 仁平・迫藤 俊秀・川井 次雄・大 豊・藤木祥一郎・渋谷類一郎
942. 送電線放送の特性について……………赤尾 保男・山口 哲郎
943. 電力用テレメータの伝送符号歪と誤差について……………大野 豊・渋谷類一郎
944. 衝流周波数式テレメータの安定度と誤差(第3報)……………大野 豊
945. 通信回線断線記録の解析と電力用通信回線における実測結果……………相木 一男・大野 豊・渋谷類一郎・井原 芳雄・後沢 通弘・谷合 晃・綿織 文六
946. 発電電所用アルミパイプ母線……………森 恒夫・松林 義数・木下 広志
947. 66 kV 絶圧力型相分離母線……………井上 次男・細川 宏一・川又 幹夫・根本久仁哉
948. 突風時における送電線の運動について……………蔵石 良知・酒井 長武・伊東 士郎・森 太郎
949. 送電線の振動周波数とその振巾との関係……………酒井 長武・伊東 士郎・蔵石 良知・森 太郎
950. Galloping の数式的取扱について……………伊東 士郎・酒井 長武・蔵石 良知・森 太郎
951. アルミシース ACSR を利用したジャンパ線について……………山崎松次郎・大西 守・長野 寛慈
952. 複(多)導体方式架空送電線のジャンパ線の横振れについて……………伊藤 俊夫・松林 義数・岡田 一彦・吉田 泰久
953. 架空電線のジャンパー補強について……………平野 慎吾・泉 貞一・赤塚 泰
954. 二導体方式架空送電線用ダンパについて……………吉田 貞博・松林 義数・石井 弘
955. テーパードリフレクション型ダンパについて……………平野 慎吾・中山 良顕・福田 昌之
956. 鋼心アルミ燃線の荷重-伸特性について……………磯部 務
957. 送電線における異常着雪と不均一荷重のカテナリ理論……………八田 達
958. 送電線用鉄塔に作用する最悪荷重条件時の不平衡張力……………阪部 貞夫・八田 達・加藤 喜子
959. 懸垂径間および特殊耐張装置使用時の複導体送電線の捻回特性……………山崎松治郎・星野 弘之
960. 架空送電線の断線時における支持点張力……………神谷 進・田中 郁雄・松林 義数・宗像 和夫
961. 電線の風圧係数について……………神谷 進・梶原 忠夫・前田 肇・大西順一郎・松林義数
962. 三四導体方式架空送電線のスペーサについて……………吉田 貞博・山口 政雄・松林 義数・石井 弘
963. カッパーブライ線の特性……………吉田 貞博・大西順一郎・三橋 啓志
964. アルミニウム及びその合金線の軟化特性……………宗像 和夫・松田 好夫
965. 耐熱アルミ素線のクリープ特性……………平野 慎吾・田中 宏・福田 昌之
966. 螺旋導子(Helicoed insulator)〔螺旋長幹導子(Long rod insulator with helished)〕……………新宮 行太
967. 多段分割と長幹がいし……………中島 好忠
968. 長幹導子の交流乾燥閃絡電圧……………細谷 助司・三田 保三
969. SP 及び SSP 導子の 50% 閃絡電圧と衝撃耐電圧について……………堀 義雄・梶島 隆夫
970. 急峻波頭衝撃波による導子連 V-I 特性……………荒井 勇次・有働 竜夫
971. 急峻波頭インパルスにおける導子の特性……………河村 達雄・藤高 周平・本間 善勝
972. 汚損導子連の連能率と V-I 特性……………林 政義・安生晃一郎・加賀谷誠一・高岡 道雄
973. 汚損面の閃絡電圧に関する二三の実験……………藤高 周平・藤田 良雄
974. 導子の雨洗効果に就いて……………竹村 東虎・比留間常吉
975. グリース処理導子の汚損閃絡特性(第一報)……………富田 時雄・大森 豊明
976. シリコンコンパウンドを部分塗布した場合の汚損閃絡特性……………広瀬 胖・瀬田 泰助・浦水 保衛
977. 導子のシリコンコンパウンド塗布について……………田中 淳夫・三田 保三
978. シリコン塗布の BN 及び PE ケーブル終端面……………加賀谷誠一・中村 広治・菅 省治
979. 湿潤雰囲気中における汚損絶縁物の吸湿及び表面濡れ抵抗について……………富永 明・保刈 紫朗
980. シリコン・コンパウンドの塗布……………榎本 義・藤井 祐三・松尾 光昭・山本 充義

981. 水切傘付がい管類の汚損洗浄特性 (その2)
.....榎本 穰・藤井 祐三・杉浦 昭・山本 充義
982. 大物がい管の汚損 洗浄特性
.....山本 充義・高木 邦彦・草野 哲夫
983. 胴径の差異と汚損—洗浄特性
.....藤井 祐三・杉浦 昭・山本 充義
984. 水平向ブラッシングの汚損と洗浄の特性
.....榎本 穰・藤井 祐三・山本 充義・宮本 敏夫
985. 課電圧碍子の汚損度と静電容量との関係について
.....田中 止・吉沢 敏郎・山元 理代
986. 積雪の電気的性質.....石橋 銀造・喜多村 博
987. 長碍子連の耐アーク性
.....林 政義・安生晃一郎・永野 宏郎・沼尻 文哉
988. 防絡装置の形状とアーク駆動性
.....林 政義・永野 宏郎・沼尻 文哉
989. 横須賀火力用特殊防絡金具の機械的特性
.....竹下 英世・柏村 良一・加賀谷誠一・大月 晃

照 明

990. 立方体反射率計について.....山内 基海
991. 光束積分器としての近似楕円体閉面について
.....室井 徳雄・吹野 正・石井 弘充
992. 微小輝点の輝度測定.....山口昌一郎・川上 元郎
993. 輝度計の分光感度の評価法.....阪口 忠雄・野口 透
994. 色温度日盛の設定.....吉江 清・鈴木 守
995. 高圧水銀灯の光束測定.....吉江 清・鈴木 守
996. 配光測定から求めた水銀灯全光束の偏光誤差
.....野中 守・石炭 陸夫
997. 霧中における光線の透過 (第2報).....正木 光・田中 一
998. 半導体赤外線検出器の限界感度について
.....高木 享・大塚 二郎
999. 鉛直面の受ける太陽放射について
.....松田 長生・野口 透・大谷 泰之
1000. 遮光筒型光電輝度計について
.....竹山 説三・坊 博・市瀬 正行・岡田 造雄
1001. 球面光沢計.....東 堯・久保 盛雄・西田 文夫
1002. 高輝度のけい光放電管.....林 堅太郎・寺田弥須男・松野 正明
1003. 既設蛍光灯器具を高出力点灯化する為の新しいダブルス
ポット点灯回路に就いて.....小林 滝造
1004. 超高出力けい光放電管に関する研究 (第5報) —その後の
試作経過について.....松井 栄一・松本光一郎・木崎 泰作
1005. けい光放電管の調光.....林 堅太郎・寺田弥須男・松野 正明
1006. アルゴン・ネオン混合ガスがけい光放電管の特性におよ
ぼす影響.....竹田 俊幸・山下 博典
1007. グロースタータの 2, 3 の特性について.....藤原 義輝
1008. バラスト内蔵型水銀ランプの特性について
.....河喜多能明・広田 泰輔・合津 恒久・望月美喜夫
1009. クセノンアークの始動特性.....矢崎 好夫・矢島林 二郎
1010. 窒化硼素電場発光.....山下 博典・伊吹 順章・岡田 武夫
1011. エレクトロルミネッセンスの発光効率と色度の測定に
ついて.....尾本 義一・栗田 正一
1012. 酸化チタン混合 EL パネルの特性.....安岡 澄夫・桐ヶ谷三郎
1013. エレクトロルミネッセンス発光の電力応答測定について
.....石川 太郎・金子 勝蔵・浜辺 昭雄
1014. EL の輝度波形について—線照射による影響
.....竹山 説三・坊 博・佐治 学
1015. EL セルの インピーダンスについて (II)
.....竹山 説三・坊 博・岡田 浩雄・市瀬 正行
1016. 酸化錫透明導電膜に用いる膜電極の改良
.....田畑 収・長岡欣之助

1017. EL を用いた表示板の試作.....宮田 豊夫・平山 鳳介
1018. ポリビニルアルコール系偏光板に依る昼光映写室の試案
的研究 (第3報).....村上 幸雄
1019. 大型工場の照明の1例について.....斎藤 辰弥
1020. 高速度道路照明.....高木 正
1021. 道路照明における各種光源の経済比較.....小堀富次雄

電 力 応 用

1022. 3相診断用 X 線装置における X 線管の電位振動 (2).....金森 仁志
1023. 3相診断用 X 線装置の模型回路 (2).....岡西 節夫・金森 仁志
1024. 静電形プラスチック回転機 (1).....加藤 一郎
1025. 回転軸の電磁浮揚法について.....塩谷 茂治・土井 武彦
1026. 電気機器の機体電圧.....松田 敏彦・金子 良松・高橋 民清
・林 邦雄・斎藤与四郎
1027. エレベータの自動制御 (混雑時の輸送能力強化).....大塚 綾
1028. 計器用熱電対の特定数に関する基礎実験
.....沼崎 信雄・杉山 卓
1029. (Te+Bi)-(Bi) による蒸着熱電対の試作.....瀬谷浩一郎
1030. 熱電子発電装置の基礎的研究
.....阪口 忠雄・野口 透・坂谷 良平・大谷 泰之
1031. 熱電気冷却の特性について.....栗田忠四郎
1032. SCR と熱電素子を組合せた恒温槽の電源装置
.....福井 初昭・和田 雄次
1033. 有機調合品に対する高周波電気の熱成効果 (第8報).....野口 孝重
1034. 自転車フレーム電気ロウ付装置の試作研究.....中尾 真
1035. 直接通電による鋼線の加熱について.....坂本 三郎・宇佐美勝敏
・金子 良松・沢田 貞夫・田頭 博昭
1036. 空冷真空炉の熱伝達について
.....川口 弘・中江 貞雄・林 太郎
1037. 誘電体放電加工の火花放電に対する観察 (第2報)
.....伊地知昇平・清水 勤・中江 貞雄・村上 公平
1038. 2, 3 のガス雰囲気における保護ガス熔接アークの特性に
ついて.....浮田 勇・信原 貞夫・万木 享
1039. 大型点溶接機の二三の試験結果について (第二報)
.....大塚 郁夫・初芝 武美
1040. 飽和リアクタによる溶接電流波形の制御.....大塚 郁夫
1041. 高性能電気集塵器の集塵極の特性.....諫早 典夫
1042. 電気集塵器人口ガスの調湿
.....中村 忠夫・増田 閃一・山田 直平
1043. 布の帯電について.....高田 実・庄田 新一・斎藤 寿良
1044. 新型静電塗装機.....斎藤 健一・赤木 保
1045. 静電記録に関する基礎実験 (その2)
.....中河 太一・平井平八郎
1046. 電子写真像の粒状と階調について
.....木脇 久智・古明地茂彦・中曾根弘有

弾性振動・音響

1047. 母音の2進数表示.....鈴木 久喜・大泉 充郎
1048. 母音認識のための計算機人装置の試作
.....鈴木 久喜・大泉 充郎
1049. 音声タイプの基本設計
.....坂井 利之・堂下 修司・白井 一暢・倉下 利隆
1050. 音声スペクトルのデジタル表示に適する変換法につい
て.....坂井 利之・堂下 修司
1051. 音声の自動識別方法について.....北村 晋彦・川勝 文彦
1052. 音声情報要素抽出装置の試作.....鈴木 誠史
1053. 音声零交波の相關器の試作
.....富塚 剛・重永 実・今村 富雄
1054. 音声スペクトル直視器.....杉浦 寅彦・岡崎 晴雄・梅田 亘杜
1055. 零交叉位置弁別方式による音声のピッチ抽出.....平松 啓二

1056. 音声ピッチ抽出器……………永田 邦一・加藤 康雄
1057. 電子計算機上での音声の発生について……………猪股 修二・篠田 隆子・正幡 悦雄・鈴木 啓三
1058. 母音の領域の合成による検討……………馬淵 邦子・八木 昌子・大泉 充郎
1059. まさつ音およびはれつ音の合成……………中田 和男
1060. 音声信号のあらざ特性からみた伝送特性の主観的評価について……………松田 亮一
1061. 谷形伝送特性の音声品質におよぼす影響について……………福村 晃夫・落合 宣之
1062. R_1 板水晶振動子の等価回路リアクタンス……………福与 人八
1063. X線による水晶弾性振動の研究……………有賀 正直・宮川 洸
1064. 圧力保持形水晶振動子の圧力と特性について……………小林 茂夫・冨田 正義・小松 彝三
1065. 輪廓振動水晶振動子の周波数エージングについて……………小島 弘・高原 靖
1066. 原子炉の照射による水晶振動子の周波数変化……………藤村 勉
1067. 中高水晶振動子の温度特性……………品田 敏雄・大貫 明
1068. 低周波用水晶振動子……………品田 敏雄・生沼 進
1069. ポリッパ板を用いた VHF 帯水晶発振子……………高原 清・井田 一郎・小林 実・新井 湧三
1070. 半導体の整流性接触における圧電効果(Ⅲ)歪と出力電圧の関係について(第1報)……………田中 哲郎・川村 博美
1071. トランジスタと磁器変圧器よる増幅器……………土屋 英俊
1072. 電歪駆動音叉によるトランジスタ発振器……………斎藤玄三雄・卜部 泰正・河合 次男・黒田英太郎
1073. 張力及び圧縮力加重時に於ける磁化並びに磁歪特性の表
現式について……………清水 洋・菊池 喜充
1074. 屈曲磁歪振動子による強力低周波水中音波発生について……………菊池 喜充・柴山 幹夫
1075. フォーク形フェライト磁歪振動子……………菊池 喜充・清水 洋・奥山大太郎
1076. 磁歪型超音波弾性定在波測定器……………尾上 守夫・山田 博章
1077. 超音波磁歪遅延線路の基礎的性質(ニッケルフェライト遅延線路)……………猪瀬 博・河野 善弥
1078. ニッケル磁歪遅延線における張力の影響……………西口 克巳・池田 博昌
1079. 金属等の薄板による水中超音波の反射損失と透過損失の
入射角に対する特性……………実吉 純一・津田 米雄
1080. アナログ計算機による音道の解析……………西村 重志・美咲 隆吉
1081. 集束超音波音場の測定について……………井出 正男
1082. 超音波によるキャビテーション発生時の音圧スペクトル
の測定……………実吉 純一・奥島 基良・篠原 一元
1083. 測量用航程計運動式音響測深機について……………秋元喜一郎・河中 洸人・斎藤 実政・井隈 定重
1084. 超音波を利用したコロナの検出……………水谷 彦広・荻原 宏康
1085. 紡績用針の化学研磨に及ぼす超音波の影響……………上田 哲夫・長谷川錦治・板倉 国男
1086. 超音波を利用した圧粉体の精密成形加工法について(Ⅰ)……………西村 太郎
1087. 超音波周波金属材料疲労試験装置の試作……………実吉 純一・田中 実・森 栄司・井出 正男
1088. コーン形振動板における静的応力と変形……………池谷 和夫
1089. 棒形振動系の強制振動……………米川 元庸
1090. 音響機械振動系の周波数特性に及ぼす各要素の観覧範囲
の検討……………石井 鈴枝
1091. 衝突振動理論の位相面的考察……………武井 健三
1092. 減衰のある1自由度振動系のチャッタについて……………高村 真夫・百谷野豊二・大塚 猶二
1093. リレーチャッタ防止の一般的方法……………西口 薫
1094. コイルばねの振り振動とその transducer の一形式につい
て……………柴山 乾夫
1095. コイルばねを用いた音声の遅延……………植村 三良・松本 憲吾・常田 哲夫
1096. 弾性振動体の振動状態と周波数温度係数の関係について
の一考察……………田川 康夫・高橋 健次・清水 英治
1097. 機械波濾器の一設計法……………橘 寛志
1098. 中間周波数用の縦振動機械的電気波濾器……………川上 正光・柴山 博・中山 高
1099. 縦振動結合型の電気・機械波濾器に関する基礎的な考察
について……………近野 正・山科 貢・橘 寛志
1100. 電気機械波濾器の等価定数実例……………尾上 守夫・長谷部 望・立石 嘉徳
1101. 20 kc 付近における電気・機械波濾器について……………近野 正・山科 貢・橘 寛志
1102. 水晶を用いた電気機械波濾器……………小村 敏・蔵 栄蔵・結城 佑
1103. 複共振音片の応用について……………木村 端雄
1104. 新形電話機用受話器に関する2, 3の実験……………増沢 健郎・田島 清
1105. 複合音響管を利用した発音器……………永田 邦一・小関 彦郎
1106. 拡声器のボイスコイルの設置位置について……………西見 二昭・吉久 信幸・鈴木昭太郎
1107. 拡声器の跳躍現象(磁界の影響について)……………吉久 信幸・西見 二昭・深井 昌
1108. 拡声器の磁界の近似式について……………吉久 信幸・西見 二昭・深井 昌
1109. 磁気録音ヘッドのギャップ効果……………田中 信義・大坪 昭・高島 貢
1110. 平面波を放物線で反射したときの焦点附近の歪圧分布……………龍野 正雄・水野 光雄
1111. INCOHERENT 音場の定常音圧と音響出力との関係につ
いて……………伊藤 毅
1112. 板振動による吸音について……………加川 幸雄・二村 忠元
1113. 音流計による壁面境界の散乱特性の測定……………横山 功・栗屋 潔・山下 牧
1114. 可変吸音板の吸音率測定の一例に就いて……………三木 韶・千野 弘・小西 睦男・佐野哲三郎
1115. 東北大学講堂の模型実験について……………柳沢武三郎・菅井 勇・城戸 健一・二村 忠元
1116. 磁気録音機を利用した残響付加装置について……………城戸 健一・二村 忠元
1117. 室内音響の物理的特性と心理的品質の関聯について……………吉田登美男・岩崎 俊一・二村 忠元・永井 健三
1118. 室内音響における心理的評価の試案……………吉田登美男・坂田 稔・岩崎 俊一・二村 忠元・永井 健三
1119. 残響時間の検知限に関する一実験……………曾根 敏夫・二村 忠元
1120. ターボ発電機減速歯車騒音に関する一実験……………川口 英雄
1121. ディーゼル機関の排気音特性……………二村 忠元・城戸 健一・岡田 影
1122. ビル内へ入る自動車騒音とその対策……………河野 政治・西 精一

電磁波・アンテナ

1123. 発音弾法による気温・風の測定……………前田 憲一・松本 治弥・竹屋 芳夫・奥本 隆昭
1124. IGY 期間中における上層の気温・風の観測結果について……………前田 憲一・松本 治弥・竹屋 芳夫・奥本 隆昭・山本 卓爾
1125. 超低周波電波の進行波管的増幅……………前田 憲一・木村 啓恒

1126. 短波信号の遠距離伝播時間の測定 (ハワイ東京間)
.....飯島 電孝・S. Katahara
1127. 海上見透外遠距離伝搬特性について (周波数相関とアンテナ高利得)藤村 弘文・足立 昭二・若井袈裟夫
.....近藤 昭治・平崎 幹衛
1128. VHF 山岳回折における伝搬歪
.....樋口 重孝・大谷津 透・奥村 善久・原 昌己
1129. 見通し外に於ける UHF 受信のスペース相関
.....西田 昌弘・前沢 信次
1130. UHF 見通し外伝送試験結果
.....大谷津 透・奥村 善久・中村 親市
1131. マイクロ波による山岳回折機型実験.....横戸 健一
1132. 山岳背後における電波伝搬特性
.....家入 精二・青柳 正三・仲原 茂男・秋山 忠
1133. 電離層のドップラー効果観測装置.....小川 徹・吉田 熱志
1134. 35 GCFM レーダーによる往復 17 km の伝播試験について.....岡村 総吾・船川 謙司・守田 宏・加藤 謙治
.....小口 知宏
1135. 11 G c/s, 24 G c/s による低い通路の伝播試験
.....大森 武夫・金井 誠・佐藤 利八・福田 隆行
1136. ミリ波の冬期伝播試験
.....浅見 義弘・松本 秋男・福岡 醇一・川瀬 泰
1137. 降雨による電磁波の減衰 (雨滴の形状を考慮に入れた場合)
.....小口 知宏
1138. 空中線指向性の位相特性について.....佐藤 源真
1139. 空間で交わる 2 本の直線状空中線間の相互インピーダンス
.....那須 伝夫・虫明 康人・佐藤 源真
1140. 運波媒体のテンソル誘電率.....森田 清・関口 利男
1141. パラパラレーン・アンテナ.....河津 祐元・大橋 啓吾・鮎沢 光正
.....上西 聖・田中 真
1142. フレネル領域におけるパラボラ・アンテナ利得について
.....広田 友義・副島 光積・萩田 真雄
1143. 電波集中用だ円面アンテナの試作
.....石川 齊・虫明 康人・安達 三郎・宇田新太郎
1144. S バンド円偏波レーダアンテナ.....吉田 孝
1145. ロッド・アレーに関する研究.....田中 周三・岡倉 臣司
1146. 自己相似アンテナとしての荀型アンテナ.....虫明 康人
1147. ループアンテナの導波性について
.....森田 清・有村 国孝・奥貫 宇
1148. 対数周期アンテナの特性.....森田 実・高橋 道晴
1149. VHF 帯における空中線の位置制御系の研究
.....岩片 秀雄・前野 時康
1150. 導波管の開口面に置いた、フェライト内部の電磁界分布
.....関口 利男・後藤 尚久
1151. 誘電体アンテナの給電端部構造について
.....牧本 利夫・末田 正・西村 貞彦
1152. Dash-Hollow 形誘電体アンテナ
.....牧本 利夫・末田 正・西村 貞彦
1153. 水を用いた誘電体アンテナの一考察
.....菊谷 秀雄・石井 義平・宇都宮道徳・内藤 衛雄
1154. フェライト製バレーアンテナの性能 (指向特性) 第二報
.....水上 益良・河合 登・中村 弘・井手平三郎
1155. 反射器を有する平板形線アンテナ.....田原 清一・河村 孝
1156. 結合スリット・アンテナ.....西田 茂穂
1157. 列車無線用環状スロットアンテナ
.....喜連川 隆・武市 吉博・水沢 丕雄
1158. 可変偏波面スロットアンテナ
.....長谷川太郎・岡田 文明・五十嵐秀二
1159. スロットループ空中線.....佐藤利三郎・永井 淳・高橋 恵
1160. 航空機用レードーム.....黒川 寛
1161. ジェット機用ラドーム
.....尾島 学二・石黒 克己・前田 祐雄・喜連川 隆
1162. 航空機用 HF および VHF テールキャップアンテナ
.....喜連川 隆・武市 吉博
1163. ロケット用 VHF 尾翼アンテナの電流分布と指向性の関係について.....山下不二雄
1164. 航空機用短波空中線の整合可能領域算定の方法について.....石塚 一彦・中田 繁夫
1165. 広帯域半月形アンテナの特性
.....東野 義夫・田原 清一・河村 孝
1166. 大きな鉄塔に適する UHF 放送用アンテナ
.....川口 晃玄・高橋 宏・芝野 儀三
1167. 中波無線電型指向性アンテナの実施について
.....島崎 静夫・(故) 村島 健三・中村 哲夫
1168. 支線接地型中波アンテナについて
.....高須五十雄・小岩井康吉・清水 保定・福田 重義
1169. 中波放送用指向性アンテナの伝相監視装置
.....森田 実・小松崎太郎
1170. 任意の電流分布を与える給電方法.....遠藤 敬二・松下 操
1171. 進行波給電スロット、テレビ放送アンテナ装置
.....佐藤利三郎・永井 淳・松下 雅夫・河野 土修
1172. 放送波指向性空中線の設計
.....真鍋 速雄・関屋 収・鏡山 泰三・田中 幸吉
1173. 中波放送用空中線の電流節点の引き下げ結果
.....西山 栄蔵・大久保伍郎・平賀 繁三・高須五十雄
.....小岩井康吉・清水 保定・佐藤利三郎・永井 淳
1174. 菱形格子金網の電波反射.....喜連川 隆・有田不二男
1175. 半球状樹氷の附着したマイクロ波反射板の能率
.....木村 幸雄・竹下 信也・虫明 康人
1176. 反射板による第 2 種無線電中継における二、三の問題
.....広田 友義・副島 光積・福田 昇七
1177. メッシュ反射板について (Ⅱ).....橋本 博・木村 栄
1178. U. H. F. 帯用電波反射装置
.....関口 利男・久保田 明・村野 洋司
1179. 有限反射板と導体棒の相互インピーダンス
.....石田 時雄・押山 保常・中沢 章
1180. 電波吸収体を附した電磁界分布測定用プローブについて
.....雨宮 好文・栗田 信男
1181. 液体中における超短波の波長の測定について
.....菊谷 秀雄・石井 義平・宇都宮道徳・内藤 衛雄
1182. アンテナ測定用分割同軸形バランの試作
.....加藤 徳治・小郷 寛
1183. 誘電体を付加した空中線の輻射特性
.....飯田 一男・安藤 俊一・宮内 正義
1184. 開放同軸形トンネル内伝送線路
.....河津 祐元・大橋 啓吾・鮎沢 光正・石井 秀男
.....清水 栄蔵・松本 欣二
1185. 同軸銅管給電線の UHF 帯 (300—900 Mc) での特性
.....楠井 健蔵・今野 隆一
1186. 海面の実効反射係数の変動とレーダ波の伝播について
.....松行 利忠・九川 武志・鈴木 義久
1187. 成層不均質媒質からの反射 (W. K. B. 法)山田 亮三
1188. 無限長誘電体円柱の軸に垂直な偏波の入射波に対するレーダー断面積.....熊谷 三郎・中司 浩生・松尾 優

マイクロ波

1189. ルビーの常磁生共鳴吸収.....石川 義興・林 一雄・斎藤富士郎
1190. 極低温固体メーサーの実験 第Ⅱ報 (ルビー・メーサー)
.....稲場 文男・上田 彦彦・赤間 芳雄
1191. 極低温固体メーサーの設計法Ⅲ 遷移確率の計算と

- “Maser Operation Diagram”稲場 文男
1192. 極低温固体メーサの設計法Ⅵメーサ用結晶の Push-Pull Pumping 動作の決定法稲場 文男・吉川 省吾・北沢 敬
1193. Double Amplification 型高効率固体メーサについて稲場 文男・吉川 省吾
1194. Mavar の一解析法(Ⅲ)笹川 量男・山本 恵一
1195. S-バンド進行波型パラメトリック増幅器の実験山本 達夫・梶山 裕
1196. S-バンド透過型パラメトリック増幅器の実験山本 達夫・梶山 裕・渡沢 博司
1197. S-バンドパラメトリック増幅器の実験林 周一・永井 虎雄・黒川 照男・吉田 重蔵
1198. 11 Gc 帯パラメロン増幅器喜田 昭一・小幡 文男
1199. 10 Gc 帯パラメトリック増幅器塩谷 光・都 福仁
1200. 6 Gc 進行波型パラメロン増幅器石井 康博・浜田 成高・橋本 太吉
1201. UHF 帯ハリス型パラメトリック増幅器について林 達郎・高尾 啓夫
1202. 2 重直交振動空変空間を用いた Up-Converter熊谷 三郎・中西 義郎・上野 恒明・滝沢 善信
1203. 1.3 Gc パラメータ増幅器喜連川 隆・有田不二男・白幡 潔
1204. 1.3 Gc の低雑音パラメトリック増幅器野坂 邦史
1205. 下側帯波周波数変換器の実験家入 勝吾・安倍 利
1206. 太陽雑音観測用パラメロン増幅器の試作長竹 孟・五十嵐 隆
1207. 縦続型 UHF 帯パラメトリック増幅器浜崎 襄二・倉茂 周芳・福島 茂
1208. 2,000 Mc 帯パラメトリック増幅器海東 幸男・畑 克
1209. 200 Mc 帯アップジョマータ鶴 宏・塩谷 光・木下 康昭
1210. 下側帯波周波数変換型パラメロン増幅器の雑音指数岡島 徹
1211. 進行波型パラメロン増幅器の分布結合理論斎藤 成文
1212. パラメトリック増幅器用ダイオードの常数の測定浜崎 襄二・片山 伸生
1213. パラメーター増幅器の励振電源変動による特性変動の理論的検討磯部 豊作
1214. パラメロン増幅器の一解析柚木 久
1215. Varactor の大振幅励振時同調型選倍機構柚木 久・工藤 達夫
1216. ダイオードを用いたパラメトリック増幅器の安定度について布施 正・三枝 武男
1217. 複共振型パラメロン増幅器向井 久和・浜田 成高
1218. YIG を用いたパラメトリック増幅器の基礎実験岩片 秀雄・伊藤 糾次・植松 健一・清水 司・後藤 俊一
1219. YIG を用いたパラメトリック増幅の実験牧本 利夫・張 年錫
1220. パラメトリック増幅器を使ったレーダについて竹谷 武男・林 周一・吉田 孝・佐藤 順司
1221. 35 Gc 共鳴型単向管徳江 哲夫・石野 健
1222. Ferroplana のミリ波単向管への応用徳江 哲夫・石野 健・橋本 忠士
1223. 電界変位形単向管の順逆比改善法喜連川 隆・中原昭次郎
1224. フェライトを用いたマイクロ波可逆移相器小原 啓義・岩片 秀雄
1225. 7.5 kMc 帯可逆移相器松永 久雄・岩瀬 昌博
1226. テンソル透磁率測定器としてのストリップライン共振器小笠原直幸・清野 和男
1227. クイクロ波領域における YIG の諸定数について清水 司・岩片 秀雄・伊藤 糾次・植松 健一
1228. せまい半値幅をもつ強磁性共鳴吸収の測定法植松 健一・清水 司・岩片 秀雄・伊藤 糾次・杉浦 義一
1229. ミリ波におけるフェライトのテンソル μ の測定長谷川太郎・岡田 文明・五十嵐秀二
1230. 共鳴吸収型単向管内フェライト素子の温度特性柚木 久・伊藤 幸雄
1231. フェライトを用いた分布形周波数選倍装置の変換損失熊谷 三郎・岡本 允夫・中西 義郎
1232. フェライト周波数選倍 (50—100 Gc/s)牧本 利夫・山本 正隆
1233. フェライトを用いた UHF 回路石川 伝二・福士 昭・藤沢 穂・家入 精二
1234. 同軸形アインレタについて吉田信一郎・安藤 治男・高須新一郎
1235. Strip Line Y-Circulator吉田信一郎・高須新一郎
1236. ヘリカル型半同軸同調器高橋 健一
1237. マイクロストリップ線路による二層分布定数線路ろ波器の実験滝山 敬・豊永 俊郎・白石 高義
1238. 2 重空変空間を使用した誘導 M 型帯域ろ波器杉浦 寅彦
1239. マルチ・リエントラント形ストリップ線ろ波器熊谷 三郎・阿座上 孝
1240. 分布結合形ストリップ線ろ波器熊谷 三郎・阿座上 孝・国米 正和
1241. 三層分布定数線路ろ波器の伝送特性滝山 敬・白石 高義・豊永 俊郎
1242. 円形導波管型遅延等化器増田 孝雄・大橋 啓吾・菅原 英彦
1243. 電流制御可能な円偏波可変遅延等化器田中 邦夫
1244. マイクロ波高調波分離装置川橋 猛・佐藤 朗
1245. UHF 帯大電力用分波器の試作大橋 啓吾・石井 秀男
1246. ダイプレクサの一考察高須五雄・鈴木 豊次・清水 保定・朝田 潔
1247. 同軸型結合度可変方向性結合器について小池竜太郎・城取 睦
1248. 導波管ろ波器に於ける和差間相互作用の影響守口 信雄・六島 克
1249. SHORT-SLOTTED 3 DB COUPLER に関する一考察松田 季彦・岩沢 宏・竹島 忠昭
1250. 導波管管に於ける半波長より長い軸方向スリットの結合特性相馬 昭二・古川 昭夫
1251. 6 Gc 帯左右両旋円偏波分離回路喜連川 隆・立川清兵衛
1252. 11 Gc 帯直交直線偏波分離回路喜連川 隆・立川清兵衛
1253. マイクロ波移相器岡村 史良・菅野 正志・角田 稔
1254. 磁界結合形導波管弁別器平野 信夫・浅原 勝
1255. ダイオードを用いた超短波高速度切換器の試作佐藤利三郎・佐藤 源真・高橋 章・野島 晋
1256. クリスタル・ダイオードによるマイクロ波回路の開閉とその応用高尾 啓夫
1257. 半導体素子を用いたマイクロ波自動発振制御立沢 宏・佐藤 朗
1258. 任意の負荷を有する導波管系の自動整合化に関する実験岩片 秀雄・小原 啓義・千葉 俊胤
1259. 高損失材料を用いた大電力擬似負荷柳井 久義・館野 博
1260. 同軸系 tractorial 無反射終端荒木欣一郎
1261. イメージ線路用の整合負荷 (国鉄新幹線移動閉塞方式の研究 第一報)末武 国弘・山脇 成一・黒沼 弘

1262. 導波管抵抗減衰器の減衰特性……………高橋 久夫・佐野広太郎
1263. 損失誘電体板で装荷した導波管の伝搬特性……………石田 哲朗・虫明 康人
1264. 円形導波管 TE₁₁ 波伝送線路……………相馬 昭二・古川 昭夫
1265. フィルター型選波構造に於ける空間高調波の回路論的考察……………秋岡 哲夫
1266. 異方性媒質を含む導波管の伝送方程式とその応用……………松本 正・鈴木 道雄
1267. 誘電体を含む傾斜導波管について……………山中 英夫
1268. 薄板誘電体表面波線路の線路定数の測定……………中原 恒雄・倉内 憲孝
1269. 円形表面波導波管……………米山 務・虫明 康人・大武 退伯
1270. 8 ミリ波帯によるプラズマ特性の測定……………矢作 栄一・山下 栄吉
1271. プラズマ円柱上の電磁波伝播について……………山下 栄吉
1272. 導波管の分散特性による台形波の劣化……………石原 藤夫
1273. ミリマイクロセコンドパルスの発生……………仲丸 由正・鶴 宏・佐伯 昭雄
1274. 誘電体内装導波管の製法と特性……………野田 健一・山口 和男
1275. 誘電体内装導波管による TE₀₁ モードの伝送……………野田 健一
1276. 螺旋導波管のミリ波伝送実験……………宮崎 進・石川 浩義・村田 浩
1277. らせん円形導波管のミリ波パルス実験……………中原 恒雄・倉内 憲孝
1278. 全姿態固定減衰器について……………本田 均・横山 幸嗣
1279. 円形モード用方向性結合器……………小口 文一
1280. 48 Gc 中心周波型ハイブリッド……………飯口 真一・山口 和男
1281. 同軸コードの外部導体編組による損失……………中村 二郎・深谷 信男
1282. 雑音指数および利得測定の一方法について……………小又 朝男・山岸 文夫
1283. マイクロ波による砂中含水率測定について……………井原 芳雄・橋本 博・木村 栄・石川 伝二・松尾 徹・稲垣 隆司
1284. 電波吸収壁材料の複素誘電率の測定……………森田 清・末武 国弘・入江 浩一・内藤 喜之
1285. マイクロ波に於ける熔融石灰の ϵ の温度係数及び $\tan \delta$ の測定……………柳井 久義・田幸 信子
1286. ミリ波簡易型カロリメータ……………佐藤 昭・大井 国夫・石井 宗典・荷口康一郎
1287. マイクロ波カロリメータにおける吸収体の形状……………大井 国夫・柏木 厚・石井 宗典・荷口康一郎
1288. 10 kMc 帯減衰量標準装置……………岩瀬 忠治・大森 俊一
1289. マイクロ波インピーダンス直視装置(第二報)……………岡村 総吾・大越 孝敏・吉本 博幸・新井 益夫
1290. 同軸コネクタの反射係数測定法……………稲富 高思
1291. 反射点測定の一方式……………稲毛 信衛・菊島 政司
1292. 反射係数の新しい測定法……………田丸 健
1293. 反射型移相器を用いた双方向インピーダンス直視装置……………土屋 正次
1294. FM レーダー方式に依る導波管不均等性測定……………柳井 久義・池田 謙一
1295. 偏平な導波管曲りでの不要姿態測定……………田原 清一・三宅 隆
1296. イメージ線路の電磁界分布の測定(国鉄新幹線移動閉塞方式の研究 第二報)……………末武 国弘・山脇 成一
1297. H₂ 波型と H₀ 波型との分布結合係数の測定について……………横内 滋
1298. 共振法によるミリ波線路の減衰測定……………榎葉 実
1299. 高い Q 値の測定法……………牧本 利夫・弓場 芳治
1300. ミリ波におけるインピーダンス測定法……………押本愛之助
1301. 電子スピン共鳴を応用したミリ波周波数標準……………岡村 総吾・川上彰二郎
1302. 探索用ミリ波 FM レーダーの距離分解能について……………熊谷 三郎・松尾 優・桜井 照男
1303. TWT-レーダ受信機の実用試験……………林 周一・永井 虎雄・吉田 孝・竹内誠一郎
1304. 高安定度電測装置……………稲毛 信衛・江戸 都助・渡辺 功・阪本 卓・桜井 雅実
1305. 二重速度変調管を用共振空洞の R-line 解析法による等価回路について……………松本 正・鈴木 道雄・上村 正雄
1306. 反射形クライストロン同期現象について……………押本愛之助・菊池 一雄
1307. 反射形クライストロンの引込み特性について……………池上 淳一・福井 廉
1308. 広帯域クライストロン発振器に関する一考察……………池内 正男・小塩 立吉

電 子 管

1309. Cb—Sb 系光陰極の製作過程中的諸特性……………和田 正信・高橋 正・萩野 実
1310. マルチアルカリ光電面……………小川 一郎・長谷川 伸
1311. 銀-マグネシウム合金二次電子面の最適活性化条件の決定……………平島 正喜
1312. パルス法による絶縁物からの二次電子放出利得の測定について……………菅田 栄治・来住 徹
1313. MgO を使用した冷陰極電子放射源のパルス特性……………秦 卓也・岡田 武夫・青木 伸一
1314. 高電界に於ける電子放射と其の応用……………柴田長吉郎・荒木 義敏
1315. MgO 冷陰極の研究(第二報)(放出電子のエネルギー分布の過渡的变化)……………菅田 栄治・中村 勝吾
1316. MgO 冷陰極に対する真空度およびガスの影響……………今井 哲二
1317. Field Emission Microscope による吸着現象の研究(Th-W 上のガス吸着)……………菅田 栄治・金 鉉祐
1318. 炭化したトリタン線条の高周波抵抗測定……………平島 正喜・新谷 治生・張 甲淳
1319. 還元性金属細線を含む酸化物陰極……………足立 正次・山下 英男・飯井 教道
1320. EPMA による酸化物陰極中間層の研定……………野明 治雄・今井 哲二・柴田 昌司
1321. 酸化物被覆陰極用基体ニッケル……………秦 卓也・花田 武明・立原 芳彦
1322. BaS のエミッション特性について……………鴨原 文七
1323. 含浸型一焼結型組合せ陰極……………今井 哲二・内田 正夫
1324. 含浸型 Ba—W 陰極の電子顕微鏡的研究……………青井 三郎・村田 暹・二村 繁行・佐野 正見
1325. 熱陰極及び冷陰極放電管増幅器に就いて……………浅見 義弘・西辻 昭
1326. 計数放電管による表示放電管の切換え……………八田 吉典・菅原 実・真瀬 寛
1327. プラズマ中の電子ビームによる増幅作用……………黒部 真一・小川 吉彦
1328. 電子管内に用いる炭素皮膜抵抗について……………浅場友次郎・西巻 正郎
1329. 排気作業の管球特性におよぼす影響……………小坂橋正康・秦 卓也・立原 芳彦
1330. 真空管の研磨封止に就いて……………三野 満子・小島 卓哉
1331. チタン系電子管陽極を用いた真空管の寿命試験……………光藤 徹
1332. 真空管衝擊試験機……………宮崎 至誠・神崎 一男・小島 卓哉
1333. 分數増幅率管を用いた直流高圧陰線(第1報 20—30 kV 15 W 電源)……………山中惣之助・小野田源彦・内藤 宏之
1334. 中間周波増幅管の動作入力容量(その2)……………石原 平典・萩本 勝夫・岡崎 一郎

1335. 真空管入力アドミタンス測定器
.....小島 卓哉・原 宏・松本 章
1336. UHF 三極管の電子アドミタンス (第三報)田宮寿美子
1337. 工業用送信管の新設計と試作について.....林 正一
1338. 超短波送信管 5F35R のスクリーングリッド熱電子放
射による能率低下.....岩本 幸雄
1339. UHF 4 極管の設計諸元について.....中田九州男・久田 宏
1340. 送信管の蒸発冷却系の新しい方式.....永井 真茂・吉村 順一
1341. 信号変換形蓄積管.....中山 良明・小田川嘉一郎
1342. メーターコン形蓄積管の試作.....木内 雄二・笠原 幸一
1343. 二定電位記録式直視形蓄積管.....中山 良明・山田 達也
1344. 試作直視形蓄積管.....高山 寿夫
1345. 蓄積管における絶縁物 (弗化カルシウム) の蒸着につ
いて.....山戸 利美
1346. 低速度走査におけるビジョンの電荷蓄積作用とその応用
.....小野 寛・今泉 翼・牧野 雄一
1347. イメージオルシコンのターゲット二次電子の集束帰還
.....二宮 輝雄
1348. 黒ぶち効果防止形イメージオルシコンの解析.....宮代 彰一
1349. イメージオルシコン・ターゲットの張力
.....松井 茂・渡辺 克己
1350. 矩形孔を有する受像管用電子銃の駆動特性.....鷹野 泰
1351. 受像管内ゲッタのガス吸収能力 (Ⅱ)高山 寿夫・小林 英樹
1352. 磁界色切換型カラー受像管
.....中山 恵二・望月 仁・新谷 治生
1353. 理想的後段加速型オンロ用ブラウン管.....高山 寿夫・江口 直孝
1354. 偏向電極間シールド板の特性.....常田 朝秀
1355. ズーム電子レンズ.....原島 治・安藤 隆男
1356. 2 kMc・出力 100W の高出力板極管.....池沢 茂・村上 博美
1357. インパルス・レスナトロン (第三報) の試作研究
.....小池勇二郎・細岡 宏・武藤 忠夫
1358. 大電力パルスマグネトロン 6410/QK 338 のパーフォー
マンス.....池谷 理・鈴木 太郎・五十嵐重朗・岩崎 賢二
1359. 高電圧パルスマグネトロンの真空度測定法
.....鈴木 太郎・金子 武義
1360. 6410/QK 333 のサーメット・カソードと電子逆衝撃
.....鈴木 太郎・岩崎 賢二・斎藤 尚一
1361. 連続波マグネトロン
.....青木 一郎・五十嵐重朗・占樞 玉二・坂元 正一
1362. 2450 Mc, CW マグネトロン, 2M10 について
.....柴田長吉郎・野島 秀夫・小川 信順
1363. 進行波大板管について.....柴田 雅郎・森田 正信
1364. ブラチノトロン MA-601 の動作特性について.....松尾 幸人・安岡 美夫・野島 秀夫・町田 洋・関向 修一
1365. MA 601 の陽性間電界分布について.....松尾 幸人・戎谷 圭介・原 稔・安岡 美夫・野島 秀夫
1366. 4 磁極界中の電子運動を利用した新型マイクロ波管につ
いて.....小池勇二郎・小野 昭一・山之内和彦・福田 寛
1367. 進行波ベニオトロン (第三報) 電子ビームの透過実験に
ついて.....小池勇二郎・小野 昭一・熊谷 泰爾・山之内和彦
1368. 磁界を用いた進行波クライストロン.....宮 正夫・榎木 和雄
1369. 誘電体窓を装荷した広帯域高出力反射型クライストロン
について.....沢田 良嘉・竹本 猛夫
1370. 4mm 帯反射型クライストロンの試作
.....青井 三郎・中島 澄夫・川島 良保・新井 亨彦
1371. 34Gc 帯大出力平板ビーム 1 空洞多間隙クライストロン
の試作.....藤沢 和男・金児 杜至・野中 忠彦
1372. 多重反射型クライストロンの共振開始時相互コンダク
タンス.....長谷川 晃
1373. 直進型 3 空洞共振器について.....末吉 勇・安倍 利
1374. 直進型クライストロンの位相特性 (1)佐々木昭夫
1375. 8 耗帯高出力直進型クライストロンの試作 (第 2 報)
.....青井 三郎・中島 澄夫・新井 亨彦・東 忠男
1376. 広間隙直進型二重速度変調管.....沢田 良嘉・金子 洋一
1377. 試作 UHF 大電力クライストロンの実験結果
.....村田 重元・木下 成美・土橋 脩三
1378. 連続波大電力クライストロンの試作
.....池沢 茂・見目 正道・設楽 昌吉・渡辺 順一
1379. L バンド 2 MW パルスクライストロンについて
.....小宮山 馨・吉田 良教・三杉 隆彦・佐々木昭夫
1380. S バンド 4 MW パルスクライストロンについて
.....小宮山 馨・三杉 隆彦・吉田 良教・佐々木昭夫
1381. 大電力組立式クライストロンについて.....宮原 昭・熊谷 寛夫・西川 哲治・田中 治郎・石井 和啓・伊藤 敷
1382. 組立式パルスクライストロンのカソードの寿命
.....相浦 正信・飯田 正幸・西田 進
1383. 無格子間隙の等価容量測定の誤差について.....安倍 利
1384. 短い遅波回路をもつ空洞付進行波遅波管
.....森田 清・川村 光男・松本 憲治
1385. 進行波管用 Helix の広帯域整合 一等価回路及び基礎実
験.....藤田 広一・柏木 寛
1386. 進行波管らせん回路と導波管の整合について
.....鶴澤 和之・小幡 文男
1387. 結合ら線の管内波長およびビート波長の測定
.....菅田 栄治・寺田 正純・裏 克己・西原 浩
1388. 動作時に於ける進行波管の入出力インピーダンス
.....岡村 総吾・山根 昇
1389. パッケージ型進行波管 7W33 及び 8W34 について
.....沢田 良嘉・草野 三夫
1390. パッケージ形低雑音進行波管
.....水利 康・沢山 美彦
1391. 11 Gc, 5W 出力パッケージ型進行波管
.....鶴澤 知之・根本 忠雄・安田 進
1392. ミリメートル波進行波の試作 VI (くし歯型進行波管の高
出力共振特性)
.....上領 香三・柴田 幸男・鹿野 哲生・福島 美文
1393. S バンド大電力クライストロン励振用進行波管の共振及
び増幅について
.....石井 和啓・宮原 昭・西川 哲治・田中 治郎
1394. S バンドパルス進行波管.....崎崎 賢治・金沢 正夫・鎌田 志郎
1395. M 形大電力後進波管の共振実験.....西巻 正郎・古川静二郎
1396. 交叉指装荷導波管遅波回路
.....松尾 幸人・張 吉夫・小林 俊夫
1397. 不均一な遅波回路をもつ進行波管の特性について
.....柴田 幸男・上領 香三・小池勇二郎・家子 信
1398. 進行波管の回路網の取扱に就て.....小川 吉彦
1399. 周期静電界形進行波管の理論 (Ⅰ)浅見 義弘・桜庭 一郎
1400. 進行波管の最大小信号利得電圧の一計算方法
.....戸田 哲雄・建石 昌彦・竹延 真哉
1401. 進行波管抵抗減衰器内に於ける利得の計算
.....戸田 哲雄・建石 昌彦・竹延 真哉
1402. X バンドにおける金属表面導電率の測定
.....西巻 正郎・根本 俊雄・中村 寿
1403. A 型 Fawshmotron (Fast wave Amplifier) の解析に
就いて.....戎谷 圭介・楠 洋・松尾 幸人
1404. 新しい型の Fast Wave とこれを用いたマイクロ波管
(Fawshmotron)松尾 幸人
1405. 電子のサイクロトロン共振を利用したファーストウェー
ブ型マイクロ波管について—Gyrottron—.....中野 道夫
1406. 縦形電子ビーム・パラメータ増幅器におけるモード結合

- 理論……菅田 栄治・寺田 正純・浜田 博・楠田 善治
 1407. 多速度電子流中の空間電荷波と雑音の伝搬について
 ……滑川 敏彦・岡本 征士
 1408. 電子ビーム雑音パラメータの測定 (第1報)
 ……斎藤 成文・藤井 陽一
 1409. 温度制限電子ビームの雑音についての異常現象
 ……大河内正陽・塩沢 政美
 1410. 抵抗回路アナログと組み合わせた電子軌道自動追跡装置
 ……菅田 栄治・寺田 正純・浜田 博・北村 昱
 1411. フリッド・マッパによる空間電荷問題の解析
 ……上村 正雄・福岡 醇一・松本 正
 1412. 機械的走査方式による電子ビームの電流密度分布の直視
 方法……藤井 忠邦・佐分利昭夫
 1413. 低電子流密度の微小孔に対する影響 (1) ……後藤 昭彦
 1414. 中空電子ビームを得るための電子銃 (第二報)
 ……岡村 総吾・大越 孝敏・宮島 進
 1415. 高集束電子銃について……森田 浩・川村 光男・大塚 教夫
 1416. M型管集束電子銃……鶴澤 知之
 1417. M形電子ビームの発散と空間電荷増大波について
 ……末松 安晴・安藤 征旭
 1418. 磁界浸透型四電極電子銃……菅田 栄治・金田 重男・大村 皓一
 1419. 磁界浸透型電子ビームのビーム半径変動率
 ……菅田 栄治・寺田 正純・裏 克己・西田 準
 1420. 点状電子源装置によるビーム電流の極限值
 ……田 雅郎・菅 博
 1421. 静電集束進行波管……小宮山 馨・宮川 達夫
- ### 半導体・トランジスタ
1422. 小さい半導体結晶片の抵抗測定
 ……庄子 尚利・山口 雄造・西沢 潤一・渡辺 寧
 1423. 高純度シリコン単結晶の比抵抗測定……阿部 寛・菊地 誠
 1424. マイクロ波による Si 中のキャリア寿命の測定
 ……松浦 慶士・久保 宇市・犬石 嘉雄
 1425. Si の Floating Zone Melting について
 ……鯉 了介・小林 正明
 1426. シリコンのフローティング・ゾーン精製
 ……池神 一司・山本 昇
 1427. Floating Zone 法による砒素の精製について……
 山口 次郎・宮内 武・三浦 功次・服部 裕嗣・宮崎和彦
 1428. シリコンの真空拡散法について……佐方 利道・武石 達彦
 1429. Si 中への B の拡散についての 2, 3 の問題
 ……山口 次郎・堀内 司朗・荻野 泰正・松村 皓司
 1430. Si 中への不純物拡散における拡散係数の決定
 ……山口 次郎・堀内 司朗・荻野 泰正・松村 皓司
 1431. Si 表面上に SiO_2 が存在するときの B_2O_3 の拡散につ
 て……松沢 剛雄・立川 憲吉・太田 紀昭
 1432. 拡散接合面の均一性と電流-電圧特性との関係
 ……立川 憲吉・松沢 剛雄・太田 紀昭
 1433. Grain Boundary の検討……秋山 博・稲垣 守一・清東 祥悟
 1434. パラメトリック増幅用ダイオード
 ……江川 英晴・高橋 健二
 1435. セレンパラメトロン素子の特性値のパラツキ
 ……中添 淳・中村新太郎・高橋 秀男
 1436. 面積変型型可変容量素子
 ……柳井 久義・菅野 卓雄・佐々木 元・吉田 祐子
 1437. π -n 接合の Turn-over と負性抵抗
 ……山口 次郎・浜川 圭弘・高浜 禎造
 1438. 合金型ダイオードの送方向特性に関する一実験
 ……池田 秀也・西沢 潤一・渡辺 寧
1439. P-N Junction の逆方向特性 ……木俣 守彦・増永彦太郎
 1440. P-N 接合の電場効果の周波数特性
 ……枝川 博・小松原毅一・前川 俊一・犬石 嘉雄
 1441. π -n 接合の降伏電圧について……佐藤 興吾・伴野 正美
 1442. シリコン拡散接合における逆耐電圧と接合容量
 ……林 一雄・関戸 健嗣
 1443. シリコンダイオードのホールストレージ効果
 ……池原 典利・臼田 哲郎・森口 嘉郎・湯田 茂久
 1444. P-N 接合の加熱による特性変化
 ……清水 潤治・中田 伏祐・南 明彦
 1445. P-N 接合のインピーダンス
 ……庄司 仙治・西沢 潤一・渡辺 寧
 1446. 半導体リアクタンスダイオード
 ……西沢 潤一・庄司 仙治・渡辺 寧
 1447. シルバーボンドダイオードの周波数特性
 ……喜田 昭一・渡辺 誠・浅野 勝・久保田順子
 1448. シリコンパワーダイオードの高周波におけるインピーダ
 ンス……佐藤利三郎・佐藤 源貞・高橋 章・野島 晋
 1449. 江崎ダイオードの高周波特性
 ……堀場 太郎・西沢 潤一・渡辺 寧
 1450. エサキダイオードの特性 (I)
 ……福井 初昭・上野 道男・迫田 俊介
 1451. トンネル・ダイオードの接合容量……後川 昭雄
 1452. コントロールド・レクチファイヤ……中川 隆
 1453. 小形高耐圧シリコン整流器……藤井 乙美・高松 秀嗣
 1454. 半導体の空間電荷領域におけるエミッタ電流制限放射
 ……吉村 久乗
 1455. ベース中の電界とトランジスタ高注入レベル動作……三沢 敏雄
 1456. トランジスタの域動作……渡部 昭典
 1457. マンチスルーダイオード
 ……柳井 久義・菅野 卓雄・佐々木 元
 1458. 電界効果トランジスタの一形式 (II) 負性抵抗素子……林 敏也
 1459. 電界効果トランジスタの試作
 ……柳井 久義・菅野 卓雄・河野ホルヘ
 1460. Molten Diffused type Si n-p-n トランジスタの特性
 ……伴野 正美・田内 省二・徳山 巍・佐藤 興吾
 1461. 表面熔融形トランジスタ
 ……岩田 三郎・藤平 秀清・川島 恒雄・福井 初昭
 1462. シリコンメサトランジスタ……佐々木陽三・河村 信雄
 1463. スーパーマロイトランジスタの諸特性について
 ……安福 真民・阿部 泰三
 1464. ドリフト・トランジスタの少数キャリア蓄積時間
 ……柳井 久義・菅野 卓雄・小林 保
 1465. ECL 1202A 及び 1202B の試作 ……八幡 恵介
 遠藤 一郎・山岸 金吾・佐藤秋比古・後藤 保・八幡 恵介
 1466. フック型ダブルベースダイオードの NEGATIVE CON-
 DUCTANCE特性 ……佐藤秋比古・藤江 明雄・斎藤国司郎
 1467. 直列型ステップダイオード
 ……喜田村善一・水谷 博・山田 規夫
 1468. 2層合金型 PNPN スwitching素子について
 ……伴野 正美・徳山 巍・高木 武
 1469. 四端子 pnpn スwitch ……小林 稔・渡辺 誠・山岸 金吾
 1470. 無接合素子のスイッチ特性 (I) ……泉 秀雄
 1471. 合金拡散法を利用したスイッチ増幅複合素子
 ……長船 広衛・佐々木市右衛門
 1472. 合金接合型トランジスタの過電圧による特性の変化 (そ
 の 2) ……鈴木登紀男・櫻原 孝正
 1473. セレン光電池におけるスプッタ条件……酒井 善雄・国岡 昭夫
 1474. 合金接合 Si 光電池の表面 P 層の厚みと、その開放電圧、
 短絡電流の関係……深海登世司・本間 和明

1475. Si 接合の光電特性と拡散条件 酒井 善雄・高橋 清
 1476. CdS の光起電力効果 伊吹 順章・山下 博典・小宮 啓義
 1477. CdS 単結晶の光電導について 竹山 説三・坊 博・川畑 隆夫
 1478. CdS および CdSe 光電池 青木 昌治・菅 義夫
 1479. 電界発光強度の周波数特性について 宮下 和雄・大原 国明・高橋 正・和田 正信
 1480. SiC のエレクトロ・ルミネッセンス 蔵本 忠一
 1481. E 基板の劣化に伴うインピーダンスと発光特性の変化 西村 武・中村 孔治・野々垣三郎
 1482. 三硫化、三セレン化、三テルル化アンチモン系の光導電特性について 関 寅雄・高橋 正・和田 正信
 1483. シリコンと酸化錫膜の接触面における光起電力 原島 治・内田 一三
 1484. In-Sb の光伝導効果を用いた赤外線検知器について 植田 陽一・高梨 裕文
 1485. 赤外線検波器 水谷 正治
 1486. 飛点走査による光電変換素子の周波数特性の測定 中村 銑一・田子島 一郎
 1487. 映像反転器素子に関する実験並びに考察 小橋 忠雄
 1488. 酸化亜鉛粉末層の抵抗の温度履歴について 堀名 孝子・高橋 正・和田 正信
 1489. 色素添加による酸化亜鉛の光導電度の変化について 和田 正信・高橋 正・穴戸千代子
 1490. 酸化亜鉛の蛍光増感について I 和田 正信・高橋 正・穴戸千代子
 1491. トランジスタ高周波 h 定数測定器 尾上 守夫・栗原 稔
 1492. 高周波トランジスタの等価回路の測定結果とその検討 川口 清一・平井 実
 1493. 高周波におけるトランジスタの h パラメータ測定結果の検討 川口 清一・平井 実
 1494. 接合トランジスタの Parameter 相互間の相関性について 川口 武・丸山 寿夫
 1495. トランジスタの超高周波特性と等価回路 国枝 雄・荒川 澄
 1496. ゲルマニウム表面処理の研究 色摩亮次郎・古狂 勝久・増田健次郎・高橋 稔
 1497. Ge 合金接合トランジスタの表面処理 色摩亮次郎・高橋 稔・田中 信一・青木 達雄
 1498. 成長型 P-N 接合のチャンネルと効果と雑音 芝池 勉・真井 蔵・秋川 博・大石 嘉雄
 1499. n PN 成長接合トランジスタのベース域表面に生じた P 型チャンネルについて 安達 芳夫・磯村 滋宏・市川 勝男
 1500. トランジスタの劣化 垂井 康夫・鳴神 長明
 1501. パワートランジスタの熱抵抗測定の方法 三田 信・福岡 弘二
 1502. トランジスタの放熱抵抗の動特性について 永田 穰・片山 勝彦・菊地 朗夫
 1503. セレン整流板の CdSe の整流特性に及ぼす効果 山口 次郎・片山 佐一
 1504. セレン整流板の浸水劣化について 多田 修・鈴木 喜彦・山口 次郎
 1505. セレン蒸着膜に対する空気の影響 武藤 信男
 1506. 蒸着ゲルマニウムの性質 中井 順吉
 1507. Ge 蒸着膜の電気的特性 河崎 達夫・向吉 長門・猪口 敏夫・田中 哲郎
 1508. 蒸着による GeP-n 接合の作成 猪口 敏夫・田中 哲郎・河崎 達夫
 1509. InSb 薄膜の R , σ , μ の温度特性 酒井 善雄・大下 正秀
 1510. ZnO 薄膜の光電導と色素増感 難波 進・田村一二三・飛鶴 靖・三浦 千三
 1511. 酸化チタン半導体の研究 (多結晶, Ti 板整流体の整流値について) 大庭 政三
 1512. Bi_2Te_3 系化合物半導体におけるドリフト移動度の温度特性 大谷 泰之・松原 寛衛
 1513. Bi_2Te_3 - Bi_2Se_3 固溶体の性質 内山 晋・松尾 耕次
 1514. 不純物を含む $\text{Bi}_2\text{Te}_{2.4}\text{Se}_{0.6}$, $\text{Bi}_2\text{Te}_{1.8}\text{Se}_{1.2}$ 結晶の熱電率的性質 松尾 耕次・内山 晋
 1515. γ 線照射による Ge 結晶中に出来た欠陥の少数キャリアに及ぼす効果 月花 靖雄
 1516. 半導体素子の放射線照射による影響 苦米地 顕・荒瀬 功・清野 浩・真野 国夫
 1517. 半導体製品の放射線損傷 (Ⅲ) 阪井 英次・黒川 良石
 1518. Ge ホール素子の温度依存性とその簡易補償法 大野 勇・大河原俊徳
 1519. ホール相乗器による周波数増倍 小山 恒夫・小沼 義治
 1520. ホール効果を利用した半導体増幅器の可能性 伊藤 科次
 1521. 非直線抵抗体の二三の特性について 津端 一郎・山崎 敏夫・石山 明
- ### 電子回路
1522. 負性容量を用いた広帯域増幅回路 川上 正光・小野田貞徳樹・日下 秀夫
 1523. 広帯域映像出力回路 杉原 剛
 1524. カソードフォロア型並列制御増幅器の一解析とその応用結果 高橋 郁雄
 1525. 非相反型両方向増幅器 徳永 迪夫
 1526. トランジスタ高選択度増幅器について 根岸 照雄・菅原 政躬
 1527. 帰還形サイラトロン増幅器の過度応答 宮越 一雄・児島 義明
 1528. トランジスタ VHF 中間周波増幅器 関口 存哉・上妻 冲・相田 武雄
 1529. 70 Mc 中間周波増幅器にてダイオードを用いた AGC 回路 富沢 理・木下 協
 1530. トランジスタ化中間周波増幅器 山崎 晃市・雄城 雅嘉・山下 与慶
 1531. 中和回路にバリキャップを用いたトランジスタ中間周波増幅器 坂井六三郎
 1532. トランジスタ同調増幅器の一試案 (コレクタ・ベース間並列共振法) 林 美博・西沢 潤一・渡辺 寧
 1533. 低雑音広帯域中間周波増幅器 雄城 雅嘉・山下 与慶
 1534. 負帰還直線増幅器 勝田 隆・江頭 俊之
 1535. 同相負帰還を利用したトランジスタ平衡型直線増幅器 坂本 捷房・高木 末夫・葛西 晴雄
 1536. 磁気変換トランジスタ化直流増幅器について 根岸 照雄
 1537. 磁気変調型直流増幅器の方法 古明地静雄・伊藤 光雄
 1538. 発振器を用いた直流増幅器 小川伸一郎・菊地 貞夫
 1539. 並列 2 回路を用いる新形式の広帯域チョップ増幅器 栗屋 潔・湯本 堯・片山 明
 1540. 低レベルトランジスタチョップ 猪瀬 文之・永田 穰・高杉 和夫
 1541. エサキダイオード回路の大信号レベルの限界 安田 順一・鈴木 康久
 1542. 江崎ダイオード対のスウィッチング特性 元岡 達・松岡 泰
 1543. Esaki Diode と Backs Ward Diode を組み合わせた回路素子 (その 1) 安田 順一・田玉 希
 1544. エサキダイオードによる発振回路について 鳥崎 俊助・大畑 敬夫
 1545. エサキダイオードによる水晶発振回路 鳥崎 俊助・上杉 功
 1546. エサキダイオードによる水晶倍調波発振回路 鳥崎 俊助・山浦 弘夫

1547. エサキダイオード対の不平衡特性……………喜安 善市・伏見 和郎・小柴 典居・新山 肇
1548. MI によるエサキダイオード対の立上り時間の計算……………喜安 善市・伏見 和郎・榎山 泰宏
1549. 非直線抵抗を用いた CR 型周波数選択器……………宇野 正美
1550. 真空管と並列 T 形 CR 回路とを用いた低周波ろ波器について……………鹿野 茂・小林 久人
1551. トランジスタを用いた直流定電圧回路……………田中 末雄・塩見 之一
1552. 電圧可変範囲の広いトランジスタ式定電圧電源……………中村 欽雄
1553. トランジスタ定電圧電源についてのノート……………大河内正陽・塩沢 政美
1554. DC-DC コンバーターの一方式……………村上 八郎・本間 孝道
1555. トランジスタを使った同期整流回路……………大野 勇・神野 正
1556. 高安定化大出力定電圧電源について……………土屋 久一・西村 正俊
1557. EL 電源用 20W 分數増幅率管……………山中惣之助・小野田源彦・佐藤 孝則
1558. AM 方式搬送電信装置のトランジスタ化について……………足立 貞恒・建脇 勉
1559. 放送波帯用オールドトランジスタ自動車ラジオの設計について……………宗像大三路・宮岡 弘・坪井 和夫・金井 英二
1560. 搬送波の正負の振幅の各々を二つの信号で振幅変調する方法……………岡田 平治・高木 尚・古田 晋吾・田中 具治
1561. CR 発振器型 FM 変調器……………橋本 經彦・関沢 義
1562. カスケードセラミッド変調器について……………今村 正二・吉田 純一・渋谷元三郎
1563. 広帯域セラミッド変調器……………物井 勉
1564. 搬送波信号によるサイラトロン PPM 波制御……………徳田 精・畑 四郎・高島 修直
1565. パルス位置変調波の解析……………滝 猪一・日下 浩次・林 圭一
1566. 角型ヒステリシス磁心を用いたパルス幅変調器……………沢井善三郎・鄭 炳 漢
1567. トランジスタの蓄積効果を用いたパルス幅変調……………田子島一郎・中野 朝安
1568. 簡易デルタ変調器……………猪瀬 博・安田 靖彦
1569. トランジスタによる FM 検波の一方式について (第三報)……………滝 猪一・米田正次郎・柿 肇
1570. 離調した検波回路の伝送函数……………当麻 喜弘
1571. 零点ドリフトのない新しい方式の同期検出器……………大越 孝敬
1572. 位相同期復調方式……………小林 信三・太田 堯久
1573. 周波数選倍の一方式……………保坂敬太郎・奥村 功
1574. 簡便にして正確な高周波増幅器並びに周波数選倍器の四形動作電流の算定法……………保坂敬太郎・橋本博太郎
1575. 高調波発生器の新しい解析法……………京極 晃・大橋 康隆・石井 潔
1576. トランジスタ発振器の周波数安定度について……………角替 利男
1577. 水晶発振器の周波数温度特性の補償……………石坂 謙三
1578. 複合トランジスタ水晶発振器……………三宅 康友・須山 正敏・松本 喜光
1579. トランジスタ複合回路による低周波発振器……………三宅 康友・須山 正敏・松本 喜光
1580. 通降型 50 サイクル水晶発振器……………有賀 正直・池田 俊雄・土橋 国臣
1581. 可変周波数水晶発振器……………本多 誠一・中沢 祐三
1582. リアクタンス管方式によるトランジスタ LC 発振器の周波数安定化の一例……………山本 尚志
1583. リアクタンストランジスタ回路……………博田 五六・石井 正博・竹股 健六
1584. トランジスタ・ウィーンブリッジ発振器について……………寺田 繁
1585. RC 発振器における電圧同調の一方式……………林 友直
1586. トランジスタ並列 T 型 R-C 発振器……………千葉作富郎・市川 進
1587. 三角波発生回路の安定性……………片上森三郎・西田 暢秀
1588. トランジスタ多相発振器……………博田 五六・新谷 治生・前田 篤哉
1589. トランジスタロックド発振器……………荒谷 孝夫
1590. 高周波加熱用電源に適する新しい発振回路……………田川遼三郎・数永 清
1591. 電力発振器の高調波抑制……………浅見 義弘・黒部 貞一・田川遼三郎・近藤 繁
1592. 磁場内におけるパラメトロン論理動作の安定限界……………大和 淳二・鈴木 康暢
1593. パラメトロン動作安定領域の一測定法……………福井 憲一・更田 博昭
1594. 薄膜における J 特性とパラメトロン発振……………大島信太郎・榎本 肇・上林鉄三郎・渡辺 昭治・小関 康雄
1595. めがね形パラメトロンの磁気振動……………倉田 是
1596. パラメトロンによる信号音の発生回路……………都丸 敬介・花論幸四郎・吉田 庄司
1597. パラメトロンの励振波形の発振への影響……………大和 茂樹・高 二三夫
1598. 広帯域分周器の一方法について……………丹野 頼元
1599. 強誘電体を用いたパラメータ励振について……………野田健三郎・富安 隆一
1600. ダイオード障壁容量を用いた進行波パラメータ増幅器の設計法について……………熊谷 三郎・富谷 隆雄
1601. 非飽和トランジスタ・パルスアンプの一例……………阪本 捷房・チャールス・コーヘン
1602. パルス回路における高速ツェナー・ダイオードの応用……………木村 和雄・長田昭太郎
1603. 同軸ケーブルを用いた Nano second パルス変圧器……………林 厳雄
1604. トランジスタ単安定マルチの温度特性……………千葉 幸正
1605. トランジスタ単安定型マルチパイプ・ヒータに関する一実験……………三浦 務・真野 国夫
1606. トランジスタ固定バイアス型不飽和フリップフロップにおけるスピードアップ・コンデンサについて……………平田 威彦
1607. トランジスタフリップフロップの静特性……………佐藤 忠司
1608. トランジスタフリップフロップの直流解析(その 2) — トリガ感度について……………大矢雄一郎
1609. トランジスタ化フリップフロップの過度応答について……………有住 徹弥・鈴木 隆夫・高橋 利之
1610. トランジスタゲートを用いた同期形フリップフロップの駆動回路……………中塚正三郎・壺井 芳昭
1611. 高速 BINARY の限界について……………木谷 恵一・中村新太郎・後藤 三男
1612. 平衡型トランジスタ・スイッチ……………栗屋 潔・山沢 潤三・川島淳三郎
1613. 両方向性 2 安定電子開閉器 (複合形 pnpnp スイッチ)……………山岸 金吾
1614. 複合 pnpn 回路のスイッチ動作 (第 2 報)……………武藤 文昭・山田 治夫
1615. 2 進パルス伝送用トランジスタブロッピング発振器……………大川原忠義
1616. トランジスタ・ブロッピング発振器に関する近似解析……………吉川 義博
1617. 多安定回路の構成と応用について……………喜田村善一・水谷 博・蓮井 浩哉
1618. トランジスタ電流切換形デジタル回路……………元岡 達・渡辺 猷・金山 裕
1619. トランジスタ・シュミット回路……………青柳 健次・小林 亘彦
1620. フリップフロップ回路を帰還路としてもつダブルパルスデカトロン回路……………鈴木 務・新谷 治生・伊理 武男・前田 篤哉
1621. 立上り時間の短いパルス回路について……………

-飯島 健一・土屋 延嘉・上田 勲・赤川 博太
 1622. スイッチング回路のトリガーについて.....川又 晃・大島 弘至
 1623. 多周波用送受切換回路.....杉 長介・鶴谷武雄・高橋 弘治
 1624. 音声電流の周波数半減装置の特性について
河野 政治・上杉 隆夫
 1625. トランジスタを使用したサンプリング回路.....細田 悦資
 1626. 時定数比よりみた三段帰還回路について
益子 充・藤村 勉
 1627. 負性インピーダンス変換器を用いた容量結合回路
大内 淳義・高木 政晃
 1628. 広帯域管入力インピーダンスの改善.....鈍 春男・小山 薫
 1629. パラレル・プッシュプル・ハイブリッド回路.....宮城 正久
 1630. サーミスタで制御された 2 階線形系の特性
望月 仁・新谷 治生
 1631. トランジスタによるサーボモータの駆動
助川 徳三・松平 正寿・鴻巣巳之助
 1632. 矩形波励振による微小入力磁気変調器.....川口千代二
 1633. 電子回路用低恒温槽 (特にトランジスタ直流増幅器への
 応用として).....永田 穰・阿部善右エ門
 1634. 無接点式水晶用恒温槽.....三宅 康友・高橋 信夫・水谷 慶
 1635. エレクトロニクカウンターの Δf 測定法
片上森三郎・花谷 安朗
 1636. サイラトロン増幅器の応用について.....青柳 健次・小迫 秀夫
 1637. ミラー積分の CR 定数の配分法.....吉田 将
 1638. 選別回路に関する二, 三の実験
古屋 輝夫・松本 伍良・真野 国夫

テレビジョン

1639. 帯域圧縮伝送方式.....岡村 史良
 1640. 直線予測によるテレビ信号の帯域圧縮の限界
滝 保夫・田中 範夫
 1641. 蓄積管を利用した狭帯域 ITV
牧野 雄一・小郷 寛・橋本 和成・三宅 一彦
 1642. イメージオルシコンの第 2 Knee の利用に関する一考察
極渡 涓二・平山 勤・北沢 幸治
 1643. ブラウン管のフレアについて.....岩村 総一
 1644. 自動番組切換装置.....今村 正二・阿部 勝美
 1645. 6 種の 2 次曲線ワイプを含む特殊効果装置
今村 正二・阿部 勝美・高橋 郁雄・中村喜代造
 1646. テレビ同期信号遅延回路を利用する水晶時計.....池田 辰雄
 1647. サンプリング制御理論を用いたテレビジョン AFC 回路
 (同期)の解析.....藤村 安志・三井 信雄
 1648. ウォークー, ルックー同期結合の一方式
藤 文雄・安藤 文雄・成田 昭
 1649. テレビジョン自動同期結合装置
藤村 安志・三井 信雄・上原 隆司
 1650. 800 Mc ウォークー・ルックー送受信装置
吉田 順作・石引 道朗
 1651. カラーテレビカメラの色再現性の測定
駒井 又二・林 宏三・佐藤 俊夫・杉浦 幸雄
 1652. 3 I.O. カラーカメラ, 特にその光学系の改良について
加納 頼一・木田満洲男
 1653. カラーテレビにおける分光特性の偏差について
加納 頼一・木田満洲男
 1654. カラータイトル作成方式.....有岡 徹
 1655. 磁気テープレコーダを使用するクロマコード方式
鈴木 桂二・木村 悦郎・横山 克哉
 1656. VTR 制御系の理論的検討
笠原 芳郎・河本 琢哉
 1657. アンベックス型 VTR のベネクション効果に関する一考察

-木村 悦郎・横山 克哉
 1658. ビデオテープの試験法について
樋渡 涓二・松崎浩次郎・寺山 喜郎・林 謙二
 1659. VTR 用テープ表面の二三の特性
木下幸次郎・佐藤 英久・鈴木 良夫
 1660. VTR 東芝方式について.....沢崎 憲一
 1661. 東芝方式 VTR 装置の試作
沢崎 憲一・八木 基・岩崎 真弘・稲田 源也・玉置 琢磨
 1662. 磁気ドラムテレビ記憶装置
鈴木 桂二・吉田 順作・木村 悦郎・横山 克哉
岩沢 嵩・谷 勝馬・藤田 敏夫
 1663. 磁気テープレコーダを使用するスローモーション化方式
鈴木 桂二・岩沢 嵩・木村 悦郎
 1664. テレビ信号のフレームコンバーター方式
鈴木 桂二・横山 克哉
 1665. 磁気テープレコーダーを使用するテレビ信号のライン数
 変換方式.....鈴木 桂二・横山 克哉
 1666. カラー VTR 用低搬送波 FM 伝送におけるビート妨害
 とその除去対策.....稲津 稔
 1667. VTR における低搬送波 FM 雑音の一考察.....吉田 順作
 1668. 色度信号線順次式カラー VTR アダプター
鈴木 桂二・吉田 順作・稲津 稔
 1669. 50 kW TV 放送機用電力増幅器並に出力同軸回路について
大島恒太郎・吉田 哲雄・青山憲太郎
斎藤 正夫・坂井 正
 1670. 新設計の TV 放送機について
大島恒太郎・青山憲太郎・坂井 正
 1671. テレビ送信用ハーモニックフィルターの設計
佐藤利三郎・大野 忠雄・雄山 厚・太田 悦
 1672. 永久磁石を用いた TV 受像機の画質改善
野口 文彦・加藤 徳治・小郷 寛
 1673. トランジスタ水平偏向回路における偏向歪補正の一方法
沼口 安隆
 1674. 完全自動利得制御方式.....東 士郎太・勝 寛雄・高谷 彰三
 1675. カラー受像機用遅延線.....菊池 武己・青山 善次・和久井正国
 1676. PE 空疎平形単心ケーブルと TV 共同聴視の一新方式
荒川 輝明・宮崎 重樹
 1677. TV 共同聴視用線路増幅器
博田 五六・石井 正博・竹股 健六・東 士郎太
 1678. 螺旋形伝送線路からの漏洩電界について
永井 健三・佐藤利三郎・千葉 二郎・伊藤 瑞男
 1679. テレビジョン共同受信設備からの漏洩電磁界について.....
 永井 健三・佐藤利三郎・千葉 二郎・塗 道雄・菅原 公英

電気通信

1680. 7.5 kMc 帯 FM 負帰還高感度送受信機
丸浜 徹郎・足立 貞恒・中原 裕一・松永 久雄
 1681. 7.5 kMc 帯全進行波管中継機
中原 裕一・松永 久雄・岩瀬 昌博
 1682. 広帯域見通し外通信パラメトロン増幅装置の実用試験
鄭 万永・岡島 徹・中村 嘉周
 1683. 日本平一浜松間長距離テレビジョン中継回線について
吉田二三夫・勝瀬 安芳・川橋 猛・黒田 隆二
 1684. トランジスタ化 120.00 Mc 帯通信装置
森田 正典・川橋 猛・富沢 理・黒田 隆二
 1685. 移動無線における送信機の相互変調について
森永 隆広・佐藤 正一
 1686. 列車無線電話の技術的諸問題
来 豊平・丸浜 徹郎・寺井 和巳
 1687. 国鉄東海道列車無線電話計画

1688. S/N 選別による無線回線の自動選択装置
.....来 豊平・丸浜 徹郎・寺井 和巳
.....中林 進・柴崎 道夫
1689. エコー歪に関する一考察.....青井 三郎・大和久修三・新保 修
1690. 超多重角変調方式における歪及び S-N 比について
.....松本 正・深井 一郎
1691. バリアブルキャパシタを利用した位相変調器
.....中川 秀夫・山本 泰・塚原 文夫
1692. 水晶制御発振器の周波数直接制御方式による小型 FS 電
鍵装置.....岡田 忠祐・平井 宏知・校条 達郎
1693. SSB 通信用メカニカルフィルタについて
.....清水 英治・高 泰夫・浦 吉弘・高橋 昭三
1694. 水晶制御による広帯域周波数可変リアクタンス管発振器
を用いた自動周波数制御回路
.....岡田 忠祐・野口 基・桑野 竜士
1695. 70 Mc 帯におけるブロック広帯域濾波器について
.....青井 三郎・大和久修三・新保 修
1696. VOR 装置.....小一原 正・山中 恒夫・門田 均
.....山本 泰・仲 春男
1697. 近距離における方位誤差.....石田 正
1698. 電波の到来方位の変動幅の距離特性について
.....二条 彌基・道正 喜一・楠 正暢・清水 富次
1699. 大規模な遮蔽実験室について.....富田 正義
.....永田 秀夫・小松 彝三・古橋 好夫・園山 晴敏
1700. 非線型計画法の線路設計への応用.....横井 満
1701. 格子形通信網.....猪瀬 博
1702. リニャプログラミングによる最適線路網形態の構成法
.....青沼 英生
1703. 互相高周波振動を利用した相回転四重伝送方式の概要
.....高木 相・真野 国夫
1704. 大地を伝送路とする通信
.....佐藤利三郎・井上 利男・中山 登
1705. 非線形素子を使用した通話回路の一考察
.....三浦 宏康・高場 武志・岡本 格芳・小関 彦郎
1706. Subsampling PCM 方式.....星子 幸男・木村 和雄・長田昭太郎
1707. ランダム信号発生器用定差変調器.....水口 一・富永 康
1708. ビーム切替管を利用した PCM 符号・復号器
.....田中 米治・山下 一美・細川 省一・谷口 正
1709. 遅延線を利用した定差変調多重通信(統報)
.....田中 米治・北浜 安夫・細川 省一
1710. 全トランジスタ式多重定差変調端局装置
.....仲丸 由正・関本 忠弘・金子 尚志
1711. トランジスタ高速計数回路.....川島 将男・樋下 重彦
1712. 12 Mc 同軸方式第 2 次伝送試験結果について.....重井 芳治
1713. 架空細芯同軸ケーブル搬送中継器.....芳根 寛樹・橋 篤志
1714. 全トランジスタ化 240 通話路搬送電話端局装置について
.....永田 穰・岡村 曙晃・吉元 卓
1715. 伝送機器用トランジスタの安定度調査結果について
.....色澤亮次郎・石田 正男・平塚 憲一
1716. トランジスタリレーによる多周波受信器
.....天野 昇和・森下 智二
1717. 掃選分周回路の一形式.....川島 将男・樋下 重彦
1718. トンネルダイオードとダブルベースダイオードを用いた
線路増幅器について.....喜田村善一・水谷 博
1719. 無装荷用双方向中継器.....松本 俊行・國藤 嘉之・近藤 清美
1720. 音声の周波数帯圧縮伝送についての実験
.....笠原 芳郎・加藤 久二・長谷川清久
1721. 大総括局中継交換方式について
.....石井 隆一・雁部 頼一・渡部 一夫
1722. 高速度 FS 変復調方式について
1723. トランジスタ FS 多重搬送電信装置の設計について
.....高橋久太郎・林 竜彦・岸上 利秋・江頭 望
.....友成 治夫・桜井喜三郎
1724. 写真電送の階調再現に対する考察
.....奥村 直彦・多賀 敏郎・金子 元昭
1725. 電子記録紙による高速ファクシミリの伝送
.....窪田啓次郎・小林 一雄・岡島嘉太郎・南保 昭吾
1726. SiPNPN スイッチの電信装置への応用
.....喜田村善一・水谷 博・秋山 玄雄
1227. エレクトロニック CTC の搬送部について
.....保原 光雄・市川 邦彦・中村 泰・藤森 昇治
1728. 符号方式データ伝送における一考察について
.....青柳 健次・長岡 崇雄
1729. 二進符号通信系における符号素子の検出率に関する一の
実験について.....金久 正弘・鴨 正孝・豊岡 一司
1730. 2 進パルス再生中継の設計法
.....星子 幸男・荒谷 孝夫・大川原忠義
1731. パラメトロン諸元の誤差と動作マージン.....寺村 浩一
1732. パラメトロン回路と組合せたダイオードマトリックスと
その応用.....藤井 純・中司 和雄・永井 甫
1733. エサキダイオードを用いた電信用前置増幅器
.....笠原 芳郎・喜田村善一・河本 琢哉・佐藤 通
1734. 新しい電圧歪測定器.....中込 雪男
1735. 狭帯域 ITV 画信号の電話ケーブル伝送
.....小郷 寛・脇屋 節雄
1736. 帯域パイロットによる搬送波位相同期方式
.....松島 孝夫・岸上 実・辻井 重男
1737. DX 信号方式について.....須藤 太郎・北村 彰啓
1738. 自動交換機用トランジスタ信号装置.....中村 隆・成沢 宏
1739. 交換機における加入者回路の方式
.....荒川 弘文・中条 俊彦・三次 衛
1740. 大容量の 2 共同加入者用中継方式(スキロジック)
.....内田 佑二・杉浦 春二
1741. 部分的な選択方法を行った 2 段セレクト出線率の一考
察.....東谷 秀夫
1742. 市外帯域時間登録装置(カールソン法)について.....加茂 猛雄
1743. タイムスロット切換の一方式.....室賀 弘・島崎 誠彦
1744. 話中音自動送出回路.....五島 一彦・遠藤 一郎・吉田 庄司
1745. 発信加入者番号検出方式の一案.....秋山 勝・藤倉 琢尉
1746. 移動電話サービスの市外線信号方式について.....石井 昭一
1747. 商用周波交流ダイヤル方式におけるインパルス伝送ひず
み.....広田憲一郎・水内 清・飯田 徳雄
1748. CAMA 局間の発信番号転送方式について
加藤 銀猪・秋元 稔・大西 祥暉・山本 政則・有泉 芳男
1749. CAMA 局記録装置自動試験機について
.....大友 和蔵・加藤 銀猪・中村 隆一
1750. CAMA 方式における発信番号検出諸装置の応用例につい
て加藤 銀猪・秋元 稔・大西 祥暉・山本 政則・有泉 芳男
1751. 2 段接続フレームの最適呼量容量について
.....秋丸 春夫・高原 敏夫・志子田治男
1752. レジスタ・センタ分離併合における経済比較——出入回
線の価格を考慮に入れた場合.....秋丸 春夫・益田 耕作
1753. 交叉点数からみた多段リンク方式の最適フレーム構成と
その適用領域.....加久間 勝
1754. 無線回線における自動中継の方式について
.....中林 進・柴崎 道夫
1755. 時分割小自動交換機の検討
.....中山 登・藤岡 旭・中野 浩行
1756. 時分割通話路の検討.....中山 登・藤岡 旭・中野 浩行

1757. 時分割 (PAM) 復調回路…中山 一・登・藤岡 旭・中野 浩行
 1758. 時分割共通演算方式における時限用タイミング…花輪幸四郎
 1759. AO-2 形時分割全電子交換機…尾佐竹 倫・秋山 稔
 1760. 周波数分割型電子交換方式における通話回路の多段構成の方法…尾佐竹 倫・高羽 頑雄
 1761. 試作半電子交換機について…三坂 一雄・石河 新夫・内野 正
 1762. 半電子交換機における電磁系部品動作確認回路…奥田 二郎
 1763. 60 回線全電子交換機の試作報告…中島 洋一・佐藤 忠司・小山 森人
 1764. 実験用全電子交換機 (W 交換機) …喜安 善市・遠藤 一郎・花輪幸四郎・吉田 庄司・都丸 敬介・五島 一彦
 1765. 電子交換機用加入者回路…室賀 弘・奥田 二郎
 1766. 時分割交換回路網に対するパルス電力供給の問題について…渡部 堅也・島崎 誠彦
 1767. 電子交換機における通話電流のトランクへの伝達方法…吉田 庄司・遠藤 一郎・五島 一彦
 1768. メタルカードメモリ方式…大和 淳二・鈴木 康陽
 1769. コルゲート型アルミ中波給電線…森定 温・川端 恒雄・黒江 務・前田 力
 1770. 同軸ケーブルの特性均一化に関する実験…吉村 正道・名古 昭・湯本 源明
 1771. 大洋横断海底ケーブルの諸特性…村田 浩・阿部 君男・大竹 邦男・大森 勝朋・磯部 務
 1772. 同軸海底ケーブルの水圧特性…杉 正男・笹川 延男
 1773. 細心同軸ケーブルについて…妻藤 達夫・山口 開生・貝津 良輔
 1774. 細心同軸ケーブルについて…名古 昭・小林 昭・神辺 孝幸
 1775. アルベスケープの接続部について…吉村 正道・高田 寿久・大楠 順造・矢代 隆二・渡辺 竹雄
 1776. アルベスケープの伸縮について…阿部 君男・村田 浩・大竹 邦男・暮田 健・水井 和夫
 1777. 細径 24 心テレビカメラケーブル…菊池 武己・井上 貞利・柳田 滋
 1778. 同軸コードの Contamination について…森定 温・平岡 幸郎・音居 久雄・前田 力
 1779. 低損失転位導体について…吉村 正道・高田 寿久
 1780. カラーコードケーブルについて…吉村 正道・矢代 隆二
 1781. 磁性コア入り遅延ケーブルの諸特性…岡本 邦彦
 1782. 等化パルス試験器…横瀬 芳郎・林 憲一・藤田 雄五
 1783. 同軸ケーブルの漏話測定法について…片山 照孝
 1784. 螺旋線を有する同軸線路の伝送特性について…細野 敏夫・宇留賀嘉文・中島 賢三
 1785. 市内ケーブル給電監視器について…妻藤 達夫・山口 開生・三輪 昭三
 1786. 放射線計測用遅延ケーブルの特性測定結果…藤村 勘・岡本 邦彦・岩上 秀夫
 1787. 降雪時に裸線に誘起する雑音…黒部 真一・福田 長重
 1788. 送配電線添架通信線に生ずる障害の実測について…井原 芳雄・西山 文彦
 1789. 通信用保安器の試験法…斎藤 健一・赤木 保
 1790. 雑音電力に着目した雑音源探知器…雨宮 好文・収 嘉賢
 1791. 雑音防止用抵抗器について…津端 一郎・野口 誠一・平野 俊男
 1792. 雑音測定用準尖頭電圧計の解析…滝 保夫・水町 守志
 1793. 電子計算機による交流電化き電回路から通信線におよぼす誘導障害の計算…山口 達郎・山田 栄一
 1794. マークブレイク形リードリレー…三井 忠夫・森山 寛美・露木 利勝
 1795. チャッタの分類と適合吸振機構…西口 薫・田島 興
 1796. 封入接点リレーの接点寿命に関する一考察 (その 1) …細川 悦利・菊地 久英
 1797. ワイヤスプリングリレーのチャタリングに関する一考察…三井 忠夫・鈴木 弘也
 1798. 貴金属接点の接触抵抗に及ぼす硫化水素ガスの影響…北条 徳
 1799. リード接点を用いたクロスパススイッチについて…山添 猛・井関 幸男
 1800. 試作小形継電器について…網川 昭二・高橋 通泰
 1801. フェライトを内蔵するリードリレーの一形式…菊地 久英・高野 栄助
 1802. 電磁継電器のヘジティションについて…大木 祥民・高師 茂喜
 1803. 狭帯域水晶回路…中沢 祐三
 1804. 直交磁路磁芯を用いた新誘導線論素子 (第 1 報) …増田 義雄
 1805. 2 重巻線を用いたテーパ線路型変成器…横川 泉二・佐藤利三郎・永井 健三
 1806. 巻線の交流抵抗について…古後 正徳
- ### 電子応用
1807. マグネットグラフィ…植村 三良・松本 憲吾・横山 俊雄
 1808. 機上ドップラレーダの研究…岡田 実・沢井善三郎・丹羽 登・田宮 潤・東口 実
 1809. 機上ドップラレーダ信号の解析…東口 実
 1810. 機上ドップラレーダ用周波数追跡装置…沢井善三郎・田宮 潤・東口 実・橋本 吉郎
 1811. 試作機器による機上ドップラレーダ受信機の検討…岡田 実・田宮 潤・佐藤 義正・伊藤 益敏・柏原 拓
 1812. 機上ドップラレーダ用超音波シミュレータ…丹羽 登・佐下橋市太郎・今村 和彦
 1813. 機上ドップラレーダ信号シミュレータ (雑音発生器による) …東口 実・佐藤 義正・山下 道夫
 1814. 簡易型ドップラレーダ受信機…阿部 正英・沢崎 憲一・本間 勉
 1815. 超短波ドプラーによる船舶速度計測装置の実用諸問題について…小谷 嘉香・金尾 勝人
 1816. パルス式シーロメータ…倉茂 周芳・福島 茂・桑木 宏・石河 直樹
 1817. レーダを利用する通信方式について…大岡 茂・鈴木 務
 1818. エコー距離の自動印字記録…前田 憲一・松本 治弥
 1819. ビデオマッピング装置…伏田 嘉郎
 1820. パラメトリック増幅器の レーバンドレダールにおける実用例について…小又 朝男・山岸 文夫
 1821. TR (ATR) 管を使用した反射型レーダジェブプレクサーについて…藤本 行一・松田 季彦・岩沢 宏・竹島 忠昭
 1822. 同期検出方式によるレーダ自動警戒装置…大岡 茂・鈴木 務・矢部 初男
 1823. 短形波を受信する場合の濾波器の次数と S/N との関係について…石崎 靖敏
 1824. 雑音中の信号検出における Criterion について…青柳 健次・宮脇 一男・井上 竜夫
 1825. トランジスタ地層探知器について…三宅 康友・須山 正敏・中村 康平
 1826. 水中テレメタリイについての一考察…青柳 健次・藤原 潤一・石田 弘
 1827. 眼球運動の測定とそのエルゴノミクス応用…宮脇 一男・大谷 彰
 1828. パルス計数法による筋電計…水野祥一郎・南部嘉一郎
 1829. 熱ペン記録器の周波数特性…山下 美雄・鈴木昭太郎・小野 芳明

1830. 心音計マイクの動インピーダンスの意義相浦 正信・岡田 勉・野村 末春・木内 正明
小畑 耕郎・鈴木 虎三占部 和英
1831. 真空蒸着による薄膜の特性について（電子顕微鏡による観察）.....大本 修・宇波 茂雄・岩竹松之助
1832. 東芝 LK-6-II 型リニヤアクセラレータの特性について
1833. 2 MV, 3 mA, NR 形電子線加速装置坂本 貞一・小谷 正信・太田 進・樋野 昌甫

求 人 ・ 求 職

本欄に掲載を希望される会員は下記申込記載事項を記入し、料金（求人・求職とも 1 件 500 円）を添えて学会事務所宛お申し出下さい。申込締切は毎月 20 日で翌月号に掲載します。

なお「求人」申込に対しては、所轄の公共職業安定所へ職業安定法第 35 条但書の規定による「事前通報」を提出し「事前通報処理済書」の交付を受けて添付して下さい。

求人欄申込記載事項 1. 職種（詳細に）2. 学歴 3. 年令 4. 勤務地 5. 勤務地外に居住する応募者に対する事項 6. 給与 7. 選考地（旅費等支給の有無）8. 締切年月日 9. 連絡先 10. その他必要事項 11. 会社名

求職欄申込記載事項 1. 氏名（生年月日）2. 住所 3. 学歴 4. 職歴（詳細に）5. 希望職種（詳細に）6. 希望勤務地 7. その他

本欄は紙面を有料で提供するだけで、掲載事項に関する照会・仲介・あっせん等は本会ではいっさい致しませんから求人・求職とも直接御交渉願います。

求 職

1. 氏名：木内 寛人（昭和 10 年 1 月 7 日生） 2. 住所：徳島市下助任町 4 丁目 47 の 1 3. 学歴：昭和 33 年 3 月徳島大学工学部電気工学科卒業 4. 職歴：昭和 33 年 3 月徳島航空隊に電気係員として勤務現在に至る 5. 希望職種：工業用テレビジョンカメラの設計製作ならびに新製品の開発研究 6. 希望勤務地：第一希望大阪、第二希望東京

SONY

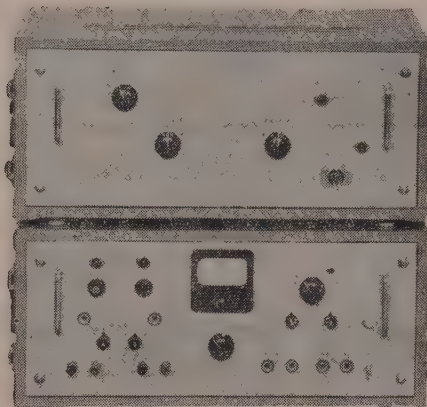
アナログ形磁気テープ式相関函数自動計算機

テープ幅 125cm
 テープ長 約4mのエンドレス
 テープ速度 記録時 8cm/sec
 演算時 40cm/sec
 入力信号 0~20% 0.5V_{o-p}
 ただし入力および出力計算速度比が
 1:1のときは、DC~100%まで可能
 復調入力 0~100% 1V_{o-p}
 電源 AC 100V 50% または60%

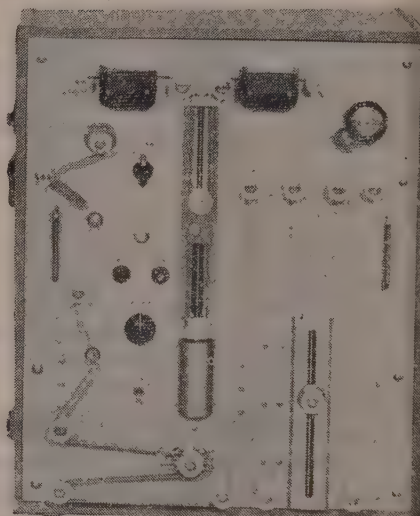
▼ 記録部



▼ 演算部



▼ 機構部



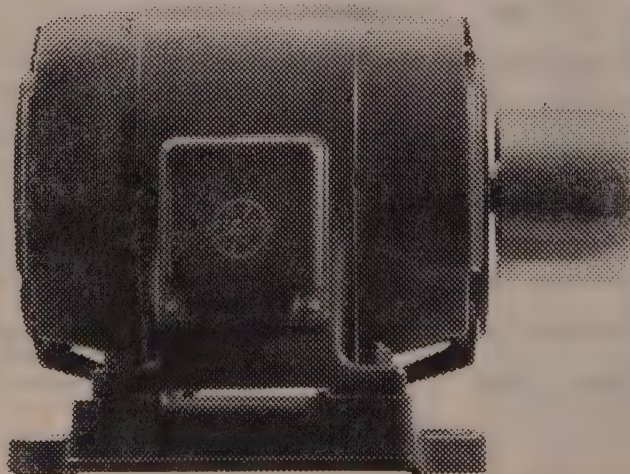
▲ 変復調部

この装置はエンドレステープを使用したアナログ式相関函数計算機で、あらゆる現象の自己および相互相関函数の計算に便利です。尚この装置にはラック形と可搬形があります。

ソニー株式会社 東京都品川区北品川6-357 (カマリアス)

年産 170万台!

いちばん多くご愛用いただいて……工業用に、建設用に、農業用に、さらにナショナルの洗たく機、電気冷蔵庫、ホームポンプなど家庭電化製品の心臓として、たくましく働き続けております。



国際規格新型



モートル

モートルには、ナショナル電磁開閉器
 ナショナルスターデルタ起動器をノ

カタログ進呈 雑誌名ご記入のうえ
 大阪府守口局区内 電機事業部へ

松下電器産業株式会社

オールトランジスタ 安定化低圧直流電源

定電流装置付

TPM-200



DC 0~25V
0~200mA

1. 入力電圧……AC 50, 60 ∞ 90~110V
2. 出力電圧……DC 0~25V
3. 出力電流……最大連続負荷 200mA
4. 出力電圧変動率……入力及負荷の全変動に対して 0.4%以内
5. リップル……負荷電流 200mA において10mV 以下
6. 定電流装置……最大負荷電流を20mA, 60mA, 200mAの
(過負荷防止装置) 3レンジ電流計と連動切替機構を有し、各レ
ンジ共その範囲内の任意の値で電流制限を行
うことができる。
7. 始動時間……スイッチインと同時に
8. 寸法・重量……23×14×10cm³ 3.5kg

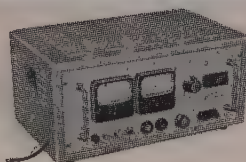


PAT PEND

株式会社 高砂製作所

溝の口 (048) 4111 (代表)

川崎市二子 662 電話 東京 701-4391, 048-3883
(営業直通)



MODEL TP-25

DC 0~25V, 0~5A

千野の

電位差計式 自動温度調節計



○型式: 175

○測温範囲: 0 ~ 1,600°C

○対時昇降機構付

5°C ~ 500°C (20段階)

○電気炉, 加熱炉, 熔融炉, コークス炉等

各種の温度制御に最適です。



株式会社 千野製作所

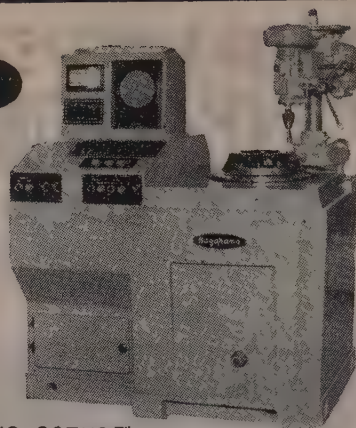
東京都板橋区熊野町 32 電(961)5285(代)~9

出張所: 小倉市大坂町 1~11 電(5)4250

Nagahama



横型 ND-100E 型



堅型 NS-30EVO 型

クラッチプレート専用堅型釣合試験機
極座標指示メーター(指示値クランプ方式)

ダイナミック バランシングマシン

汎用の標準型は勿論、あらゆる回転体の適当なバランス修正をなし得る様に極めて軽量なるローター専用のマイクロバランサーから大容量の大型バランサーに至るまで、自動修正装置付専用機、高速型、特殊型、堅型等各種製作しております。

発売元 三菱商事株式会社

本社 機械第2部工作機械課
大阪支社 機械部重機課
其の他 各支店出張所



株式
会社

長濱製作所

大阪府豊中市浜 323の2 (阪急宝塚線服部駅東 500米)
電話 大阪(39)1132・1789・1889

FM型サーキット・ブレーカー



完全電磁式

ノーヒューズ
ブレーカー

フレーム:
30A ~ 600A

特 長

- (1) 回路の安全確実な保護
- (2) 周囲温度の影響を受けません
- (3) 定格電流値が自由に選定できます
- (4) 即時再投入が可能です
- (5) 特殊な動作特性が製作できます

●遮断容量 2,500Aより
30,000Aまで



株式会社
日幸電機製作所

カタログ進呈

東京都世田谷区玉川奥沢町1-285
電話 (721) 6191 ~ 5・3313



燐青銅

高級バネ用

洋白

ベリリウム銅・モネルメタルその他特殊銅合金



3222号

佐藤金属工業株式会社

本社 東京都港区芝浜松町3丁目5 TEL. 芝 (431) 7166 (代表)
工場 浦和市白幡966 TEL. 浦和 2611・3162

特許 完全平衡型 4桁
出願中

デジタルボルトメーター

数字式電圧計

アナログ量のデジタル化
精度 0.01 % の計測
計測の正確、能率化

特徴

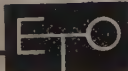
- (1) 誤動作がない。(2) リセットを繰返さない。
- (3) 表示した数値をクランプできる。
- (4) 応答が迅速。(5) プリンターやコンピューターと容易に組合せられる。
- (6) 消費電力僅少で精度、耐久力が優秀。

ADC - 404 型



主なる用途

工業用パネル計器として生産、工程、品質の管理に。熱電対歪ゲージ等の変換器に直結して諸現象の計測に。各種計器の校正に。電子計算器の数値代入読取に。コンピューターやプリンターと共にデータの時間的記録に。



江藤電気株式会社

東京都世田谷区祖師谷2-841 電話 (416) 0408

本多アルカリ蓄電池

技術革新の時代にふさわしい!

本多アルカリ蓄電池は次の様な特徴を備えております

- ★小型軽量で容量が大きい。
- ★過充放電に耐え、取扱いが簡単で長寿命である。
- ★サルフェーションや極板の脱落が無く機械的にも強度が大きい。

- 通産省 応用研究補助金受領
- 通産省 工業化試験補助金受領
- 東京通産局長賞受賞
(於 第二回日本工業技術展)

本多セレン整流器

本多電機株式会社

本社 東京都品川区上大崎4丁目190番地 電話大崎 (491)3207, 6570, 6572
 東京営業所 東京都千代田区丸の内2丁目(丸ビル328区) 電話和田倉 (201) 5635・5636
 九州支店 福岡県飯塚市新飯塚本通4丁目 電話飯塚 385・1033
 札幌営業所 札幌市北三条 東八丁目 電話札幌 (3) 4711



エハラ

発電用水車
ポンプ・送風機

流体機械専門

荏原製作所

秋田県田沢湖発電所
7660KW 縦軸カプラン水車

本社営業所 東京都大田区羽田旭町
出張所 東京朝日新聞新館・大阪朝日ビル
福岡・札幌・仙台・名古屋・新潟

最大の生産と最高の品質管理を誇る



JIS表示許可
防衛庁認定工場

日本抵抗器

カタログ進呈



株式会社 日本抵抗器製作所

東京都品川区大井町2-23-8 電 (761) 0450・4211

8554・8594

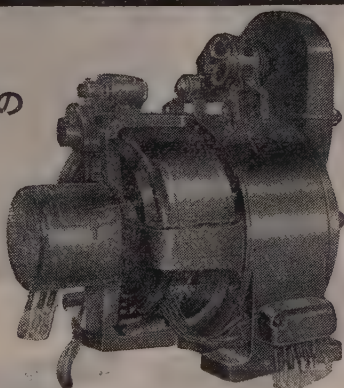
大阪市淀川区南浜町2の2-6 電 (37) 6756 (代)

最も理想的な“無段変速”に

三相分巻整流子電動機

あらゆる機械の
速度調整に
最適

0.4 kW~220 kW
各種製作致します



12p 95 kW 200/220 V 50/60 ㎐
680~230/800~270 rpm

[カタログ贈呈]



“定張力巻取・ロール用に”

三相トルク電動機

弊社永年に亘り独特の設計製作による最高性能を誇る製品

定張力巻取用 0.1 kg-M~10 kg-M

電線, ゴム, ビニール, セロファン, 箔, 銅板,
布, 紙, フィルム等

ローラ用 1 kg-cm~5 kg-cm

キュアリングマシン, ホットフルドライヤー, シリ
ンダードライヤー等のテンションコントロールに
最適

以上の標準品の外御要求により各種製作致します

株式会社 東 電 舎

本社 東京都港区芝浜松町2の2大門ビル 電話 (431) 1671, 2848~9

工場 東京都大田区御園3の8 電話 (731) 4006, 4253, (738) 0661

オートメーション
コンポーネンツ



インストルメントモータ

シンクロ・サーボモータ (バランシングモータ)

シンクロ電機 セルシンモータ サーボモータジェネレータ (タコジェネレータ)
制御変圧機 レゾルバ レートジェネレータ

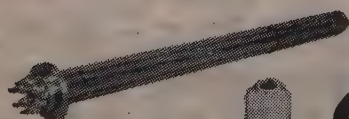


シンクロナスモータ・ジヤイロ

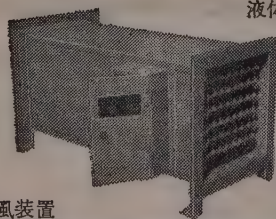
本社・東京都大田区古川町 173 TEL (代) (731) 2131
工場・長野県飯田市大字上飯田 1879 TEL (代) 飯田 1427

多摩川精機株式会社

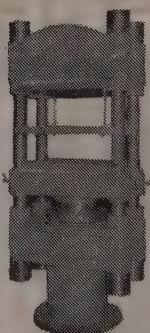
特許 シーズ線ヒーター



液体用挟込型ヒーター



温風装置



プレスヒーター

製 作 品 目

暖冷房・冷凍機用温熱風装置
各種フィンヒーター
気体・固体加熱用ヒーター
液体用ヒーター
捻込型・挿込型・挟込型ヒーター
鋳込型ヒーター
ロールヒーター
凍結防止器用ヒーター

(カタログ呈)

優秀なる

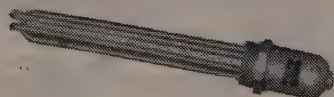
硬質絶縁皮膜!

積年の経験による

独特な設計!



半鋳込型半田用ヒーター

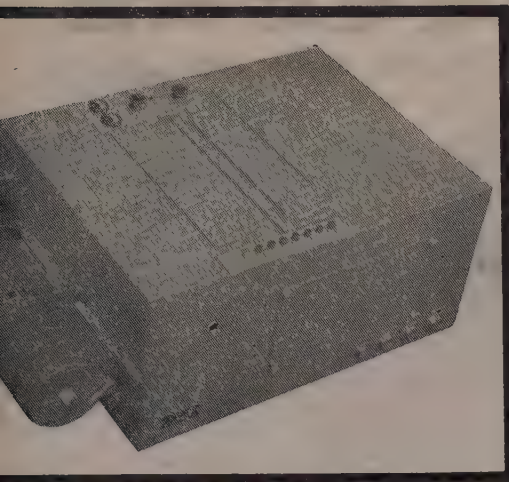


液体用捻込型ヒーター

昭和電熱株式会社

東京都目黒区大岡山 3020 TEL (代) 2063

OSCILLOGRAPH RECORDER



主要製品

インク書きオシログラフ、電磁オシログラフ、二現象
ブラウン管オシロスコープ、ブラウン管連続撮影装置
直流増巾器、歪記録増巾器

あらゆる点で性能を誇る

多系統型

電磁オシログラフ

600 A型
600 B型

- エレメント数 A型 32 エレメントまで
B型 12 エレメントまで
- 光学系の長さ 40cm
- 記録速度 0.5~32cm/sec 7段階
- 記録速度倍加装置 記録を中断せずに2倍にも1/2にも切換えられる
- 印画紙 巾250, 150, 125mm 長さ25m
その他、記録長制御、実験番号記入、切取線、零基線、遠隔操作



三栄測器株式会社

本社 東京都新宿区柏木1-95 Tel (371) 7117-8, 8114-5

工場 東京都武蔵野市吉祥寺1635 Tel (022-②) 4941, 7825

スターライト



ALP

ふつ素樹脂製品

ポリ4ふつ化エチレン

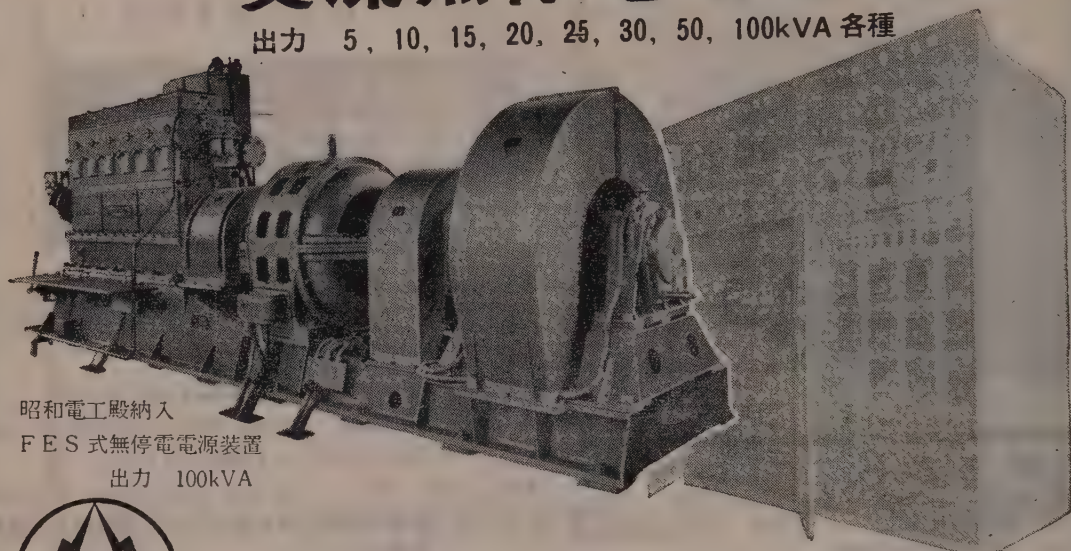
- ▶ 棒 管 円筒 板 テープ
- ▶ 軸受 パッキング ピストンリング
- ▶ 絶縁・耐食・耐熱・耐寒・非粘着性
- ▶ 電気・機械・化学あらゆる工業材料

スターライト工業株式会社

本社 大阪市大淀区天神橋筋六の五(天六阪急ビル) 電話 大阪 (35) 5736・8102・7071
東京支店 東京都中央区八重洲一の三(呉服橋三和ビル) 電話 東京 (271) 5501代表
製造所 大阪市城東区茨田徳庵町一七〇八 電話 大阪 (33) 9031代表

交流無停電電源装置

出力 5, 10, 15, 20, 25, 30, 50, 100kVA 各種

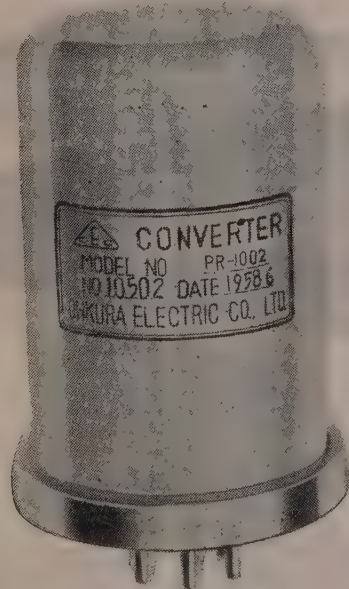


昭和電工殿納入
FES 式無停電電源装置
出力 100kVA



山洋電気株式会社

東京都豊島区巣鴨 6 / 1349
電話 東京 982 局 5151 ~ 9
工場・東京、上田



用 電子管記録計
途 直流増幅器等

二十年の聖験

大倉の

チヨッパー

寿 命	20,000 時間以上
雑 音	1 μ V 6k Ω
励磁コイル	50 c/s 6.3V 85 Ω
種 類	60 c/s 一般用・低入力用

米国 Swartwout 社と提携



大倉電気株式会社

本 社 東京都杉並区西田町 2 丁目 407 番地 電話 (398) 5111 (代表)
大阪出張所 大阪市北区芝田町 112 井上ビル 24 号室 電話 (36) 5791-5
小倉出張所 小倉市博労町 63 富士ビル 44 号室 電話 (5) 8621

—— 世界に燦然たり…… ———

1960年

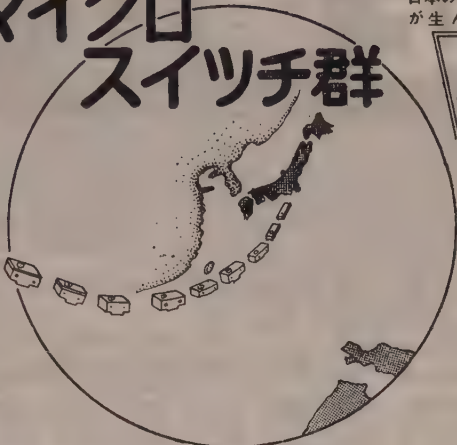
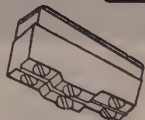
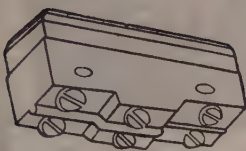
技術

日本の技術
が生んだ

革新

世界で最初
にして唯一

2極マイクロ スイッチ群



性能と特徴
この二極マイクロスイッチは本邦に於いては勿論、又その品種に於いては従来の単極の
基本型と同一に絶ゆる品種が完成致しましたことは世界でも最初の画期的なものです。こ
の成功の理由は本器が**応差の動き**(M. D.) に於いて外国品の欠陥(応差の動きが大きいこ
と、これは二極マイクロスイッチが海外に於いても、国内に於いても普及されない理由の
一つと考えられます)を完全に除去したことです。これは正しく**マイクロスイッチの革命**
新分野への黎明とまで云われる理由です。そして更に特徴は次の如く追加されるのです。

- (1) 外寸、取付位置は単極基本型と同一
- (2) 機械的寿命は50万回以上、接点間隔は従来の単極品より広い。
- (3) 動作力、応差の動きも単極型と同一
- (4) 単極品を2ヶ並べて使用すると違いスイッチの投入、切断は2回路同時
- (5) 規格

耐圧 1000V. A. C. 一分間
絶縁抵抗 500V. 1000MΩ以上
動作に必要な力 (O. F.) 300~450g
動作迄の動き (P. T.) 0.5MAX
動作後の動き (O. T.) 9.13MIN.
展力の力 (R. F.) 114gMIN.
応差の動き (M. D.) 0.01mm-0.15mm

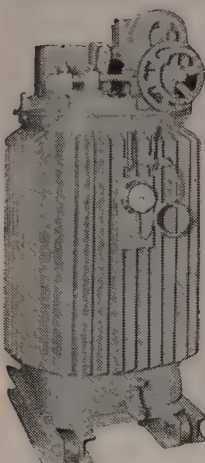
電流量 125-250V. 10A. A. C.



日本開閉器工業株式会社

東京都大田区馬込東3-644
TEL 東京(771) 8841~2・8379

誘導電圧調整器



営業品目

- | | |
|----------|-----------|
| 電力用変圧器 | インダクション・ |
| 高圧変圧器 | コイル |
| 単捲変圧器 | テスラ・コイル |
| 誘導電圧調整器 | S.O式電気浄油機 |
| ネオン変圧器 | 鉄共振型定電圧装置 |
| 直流高圧発生装置 | 計器用変成器, |
| スポット・ | 変流器 |
| ウエルダー | 雑音防止器 |
| | 油試験機 |

定 格
単相 50~
3,300V±50%
容量 40kVA

株式会社 整 電 社

東京都渋谷区元広尾町1番地
電話 東京(473) 1687, 1860, 1861, 1862, 1863

オートメーション化には、優良AVRを!!

定電圧

防衛庁各目衛隊指定納入品
日・米・独特許
の御相談は
我国唯一の 各種AVR
総合メーカーへ

あなたの優秀なる御設計には……次の何れかが……必ずミートします。

摺動型→TH型→周波数の影響なし、波形歪みなし、精度±1%以内、応答5秒以内	200kVA迄
→TB型→同上、同上、精度±1%以内、応答4秒以内	200kVA迄
→MR型→同上、同上、精度±3%以内、応答10秒以内	5kVA迄
磁気増幅型→MA型→46%~61%、歪率5%以内、精度±0.5%以内、応答10% (0.2秒) 以内	50kVA迄
→TM型→46%~61%、歪率5%以内、精度±0.5%以内、応答5% 以内	5kVA迄
電子管型→TR型→46%~61%、歪率5%以内、精度±0.1%以内、応答1% 以内	5kVA迄
鉄共振型→FS型→47~51、57~61%、精度±2%以内、応答1% 以内	5kVA迄
誘導型→ID型→46~51、56~61%、歪率10%以内、精度±2%以内、応答30秒以内	200kVA迄
定電流装置→CS型→46%~62%、精度±1%以内、応答1秒以内	5kVA迄
発電機用型→FR型→47%~61%、精度±2%以内、応答約1秒	500kVA迄
電気炉自動制御装置→弊社のAVRを使用し、高性能、高効率、低廉なる自動温度調節装置	200kVA迄
整流装置→SR型→電圧及周波数の変動する交流電源から、電圧精度±1%以内の安定した直流を得られる。	
瞬時制動モーター→起動トルク…大、3% (1/6秒) 以内に瞬時停止並に逆転、起動電流…小、サーボモーターに最適	



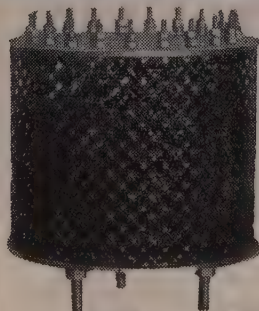
桂川電機株式会社

〔型録贈呈〕

東京都大田区矢口町418番地
TEL (731) 0181 (代表) ~5

磁気増幅器 定電圧装置 変圧器

高性能
納期迅速



巻鉄心型磁気増幅器

磁気増幅器や可飽和リアクトルは
寿命永久的で真空管のごとく故障
の心配はございません。あらゆる
自動制御に御利用下さい。
どんな特性のものでもお作りいた
します。
変圧器・寒流線輪は無線通信機用、
整流器用、医療機用、研究用等各
種御要求に応じます。



磁気増幅器型低電圧装置

御申越次第カタログ郵送いたします。

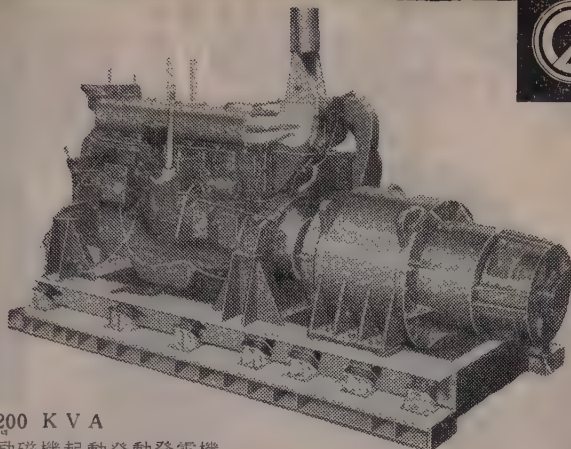
鈴木電工株式会社

東京都豊島区西巣鴨 3-810 電話 池袋 (971) 3071・8133
第二工場 埼玉県戸田町上戸田南原2261 電話 蕨 (0889) 4841



高層11階の上 の日本最大!!

励磁機起動発電装置では、わが国最大の出力を持つ、デンセイ励磁機起動発電機が、関西電力に納入され、超近代的ビルの11階目の塔屋の中で静かに働いています。デンセイの技術は防振装置の面でも、この難問題を見事に解決したのです。



200 KVA

励磁機起動発電機

強電機製作50年の豊かな経験とすぐれた技術!

日本電気精器株式会社

本社及向島事業所 東京都墨田区寺島町 3-39
大阪営業所 大阪市東区北浜 4-16
名古屋営業所 名古屋市東区久屋町 5-9(住友商事ビル)
札幌営業所 札幌市北八条西 1-1
福岡営業所 福岡市土居町 3(住友ビル内)
四国営業所 高松市丸亀町 4-0

Denso

北辰ライン

自動制御装置



Eライン記録計

155 × 155 × 524 mm チャート幅 120 mm



株式会社 北辰電機製作所

この装置は、発信器、表示計器、調節器、操作部間の信号の伝達をすべて2~10mAの直流電流で行うエレクトロニクス自動制御装置です。

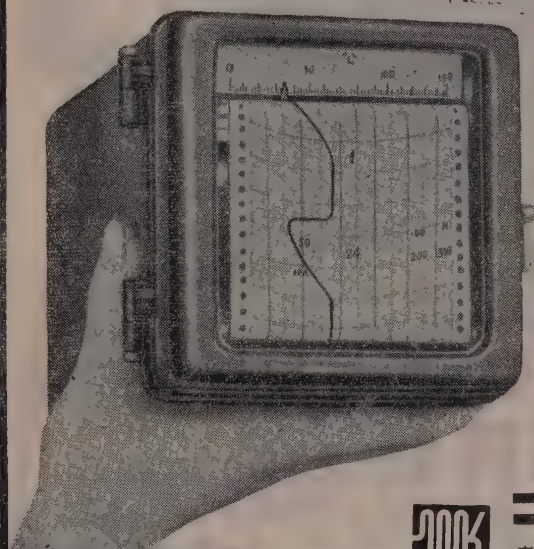
- ① 信号の伝達遅れがなく、応答が速い。
- ② 保守が容易で値段が安い。
- ③ 信頼性が増し、そのうえ機器が小形化できる。
- ④ データ処理装置、ガバナロマトグラフ、各種分析計などと組み合わせるときに都合がよい。

その他機器に互換性があるなど優れた特長を有しております。

東京都大田区下丸子町312 電話(738)2141(大代表)
大阪・小倉・広島・名古屋
大富・山崎・高松・徳山・札幌

温度・電圧・電流・其の他各種の
測定記録に・又図示パネル用計器
としても最適です。

特 許 出 願 中



コッスの 小型記録計

性 能

- ① 大きさ 130 mm 角 奥行 217 mm
- ② 重 さ 約 3 kg
- ③ 記録方式 熱ペン式
- ④ 記録紙有効巾 70 mm 記録紙 1 巻 10 日間有効
- ⑤ 記録紙速度 1 時間 25 mm/h - 75 mm/h
- ⑥ 感度 50 μ A 又は 20 mV 以上 (フルスケール)
- ⑦ 使用電源 AC 100 V 50 ~ or 60 ~ 6 W
- ⑧ 真空管等は使用せず



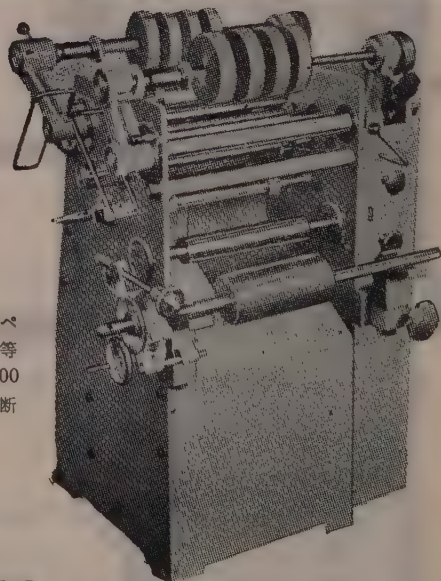
コッス測定器株式会社

東京都板橋区小豆沢 3 の 1 2 電話 (90) 6121 (代)
大阪営業所 大阪市北区老松町 3 の 23 (新老松ビル) 電話 (36) 5053 (代)

スリッター

SN-6

アルミ箔、錫箔、コンデンサーペーパー、スチロール、マイラー等の切断に使用される。最大幅 300 mm から最小幅 5 mm まで切断できる。



株 式
会 社

明 製 作 所

本社及工場
大阪出張所

東京都品川区大井町 244
(491) 9125-9
大阪市北区堂島 2 の 39
毎日産業ビル (34) 6540



JDM 34 コンバーター

SS 750 インバーター

N-DY-1 電動発電機

高性能を誇る 各種回転機器

AM-301 コンデンサーモーター

電磁クラッチ

FA7 電動送風機

206 G ミニチュアモーター

新中央工業株式会社

東京都大田区大森 5 丁目 232 番地 電話 (761) 9125~9

立正

MB-625 形

磁気しゃ断器

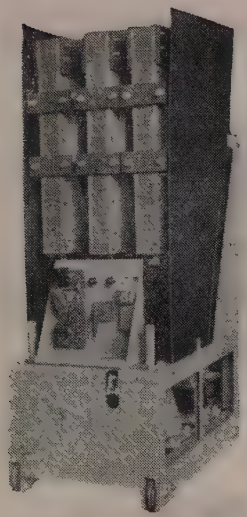
7.2 KV 1,200 A 250 MVA

- しゃ断時間……5 サイクル
- 無負荷投入時間……0.35 秒



油を使わなくて保守点検の容易な
磁気しゃ断器をキュービクル形配
電盤に御使用下さい。

(弊社製は特に小形でございます)



株式会社 立正電機製作所

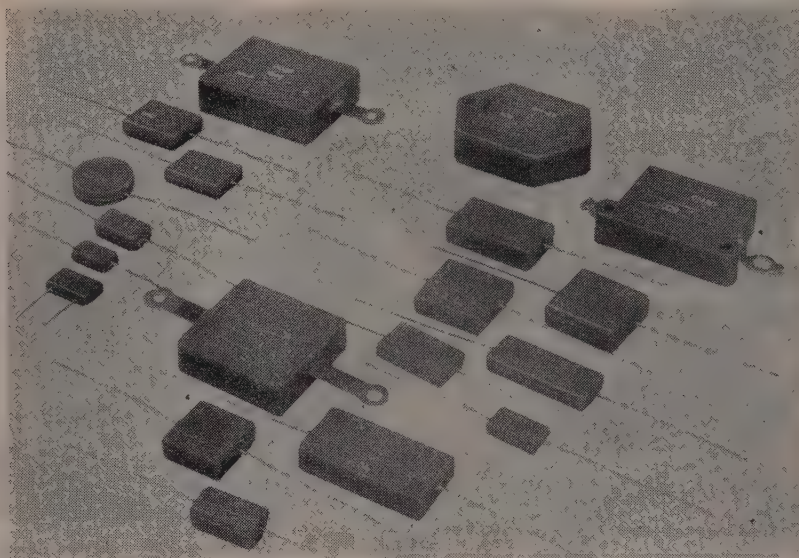
支社・東京

本社・工場 京都市南区吉祥院中島町 4 TEL. ⑤9176(代表)
営業所 仙台・東京・大阪・広島・福岡

SOSHIN

シルバードマイカコンデンサ

高いQ・高安定度



搬送機器用
電子機器用
ラジオ・テレビ用

防衛庁 NDS 規格認定試験合格会社

双信電機株式会社

本社
長野工場

東京都大田区馬込町西4の2 電話東京 (771) 8111 (代)
長野県北佐久郡浅間町岩村田 電話 岩村田 2 1 1

自動制御機器その他

計数表示用

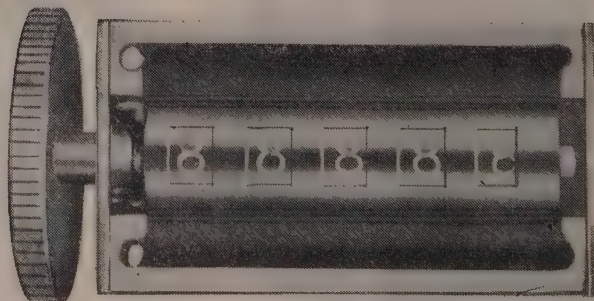


電磁度数計

WEK-1型 零戻し付

性能

分解能 600/min
桁数 5桁
零戻し 有
消費電力 僅少
窓開寸法 48×12 mm
数 字 3×5 mm



電気計測器・工業計器
電子管機器・制御機器

製造

渡辺電機工業株式会社

東京都渋谷区神宮通2の36 電話 青山 (401) 6141~4
2 2 8 1

Shinkoh

■フルスケール 0.35 秒, 最高の
応動速度を持つ X 軸 ■サーボ機
構へ時間送り相互の瞬時切替自
由な Y 軸 ■長時間の記録が行な
えるストリップチャート ■用途に
応じて選抜できる 4 種の増幅器

X
—
Y
レ
コ
ー
ダ
ー

A
S
6
型



万能的な用途を持つ、高性能のX-Yレコーダーを完成しました

抵抗線歪計と応用計器

(誌名記入の上カタログご請求下さい)

新興通信工業株式会社

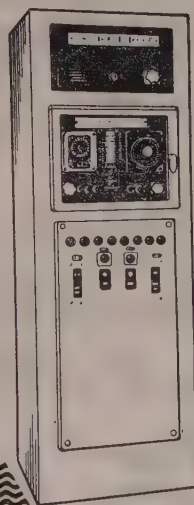
本社・工場 神奈川県逗子市桜山 760
営業所 東京・大阪・名古屋・福岡



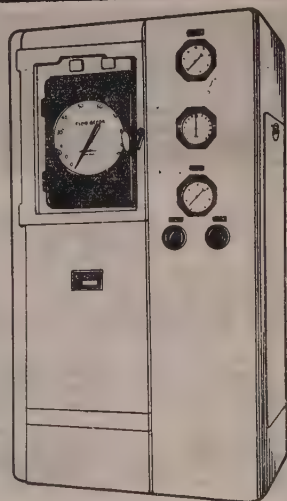
タイマー
コントロール

塩素処理装置

火力発電の福音!



タイマー制御盤



DV100型 塩素処理機

- ・復水器の閉塞防止
- ・真空度低下の防止
- ・燃料費の節減
- ・注入回数と時間の選択自由

水道機工株式会社

東京都中央区八重州 3 の 7 東京建物ビル
電話(201)0371番(代表)・工場(羽田・世田谷)

保護ガス雰囲気炉 設計 製作

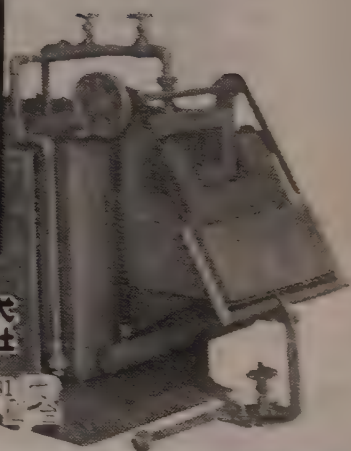
最新の技術・最古の歴史

エ レ マ 発 熱 体
エ レ マ 電 気 炉
大 型 ニ ク ロ ム 炉
ダイヤライト炭化珪素耐火物
エレマイド(SiC被膜)



東海高熱工業株式会社

本社 東京都千代田区神田旭町2大著ビル 電話 251 15131
営業所 大阪・名古屋・福岡・富山・広島・仙台
工場 名古屋・京都



2Pen レコーダー

(多ペン高速、高感度レコーダー)

2つの現象を同時同速に1枚の
記録紙にペン書する試験研究
のデータ整理には至って便利で
安価な記録計です

PBR-C2型



カネコ電機

記録方式	電子管自動平衡型
測定範囲	0 ~ 50mv 0 ~ 5 mv (標準型) 0 ~ 1 mv
日 盛 巾	180mm
記 録 紙	巻とり、送り出し
速 度	20. 40. 80mm/hr
ペン速度	全日盛0.1sec以下

主 製 品

CO₂ガス燃焼計
水素ガス分析計
混合ガス分析計
電気式検塩計
温度計、記録計
電子管式工業計器

理化電機工業株式会社

東京・目黒区唐ヶ崎町 6 2 5 東京 (712) 3 1 7 1 ~ 4



科学冶金

日・英・米 製法特許

アイロン

鉄系含油軸受

エレクト

電気接点

スパーナ

金屬黒鉛刷子

銀・タングステン・カーバイト
銀・タングステン
銅・タングステン
銀・ニッケル
銀・酸化カドミウム
銀・グラファイト
銀・銅グラファイト
各種 銀 接 点

日本科学冶金株式会社

本社 大阪市城東区古市南通1-34
研究所 電話 (33) 6565・6566
第二工場 大阪市城東区古市中通2-1
第三工場 大阪市城東区古市中通2-9

新
鋭
!!

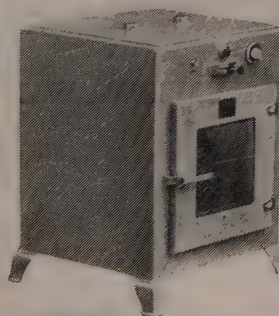
半導体 熱処理

研究用・中間試験用・各種

電気定温器

高
性
能

精密恒温
遠名記
入念御照会カテログ呈



上写真仕様

室内寸法 450×400×400 mm
定温範囲 40~60°C±1°C
自動温度調節器付
扉窓、室内灯、温度ヒューズ付

室内寸法
2,000 mm
各種
温度
60°C, 200°C
250°C, 300°C
350°C
型式
各種ファン付
各種真空管
リレー付
室内
銅板・ステン
レス板・鉄板

大成化学機械株式会社

東京都千代田区神田美倉町四番地
電話 (251) 8277 (代)

MINIRON 50

(軟質ガラス封入用合金)

トランジスター 真空管材料

Fe-Ni 合金

平均膨張係数

$$8-10 \frac{10^{-6} \text{m}}{\text{m}^{\circ}\text{C}} (20^{\circ}\text{C} \sim 500^{\circ}\text{C})$$

中里合名会社

東京都中央区日本橋両国五番地

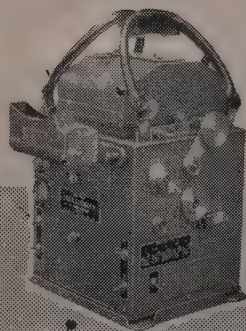
5121・5122・5123

電話 東京 (851) 局

5124・5125・5126

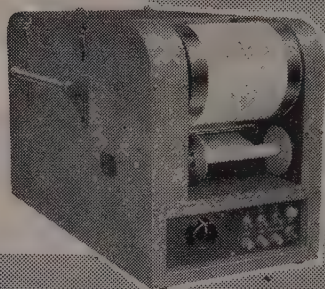
製造 株式会社 和 銅 電子材料製造部

共和の電磁オシログラフとオシログラム自動現像機



営業品目

抵抗線歪計
抵抗線歪測定器
抵抗線式トルクメーター
圧力計、荷重計、変換器等
加速度計、馬力計等
カールソン型計器
電子管式自動平衡計器



MA型電磁オシログラフ

1. 電源は交流、直流共に使用可能
2. 暗室不要で白昼連続撮影可能
3. C. F型は、ガルバ系統が高電圧(3000V 1分間)に耐える

OD型オシログラム自動現像機

1. 小型で取扱が簡便かつ暗室不要
2. 現像むらのない均一な調子に仕上がる
3. 現像後データの長期保存にも水洗不要



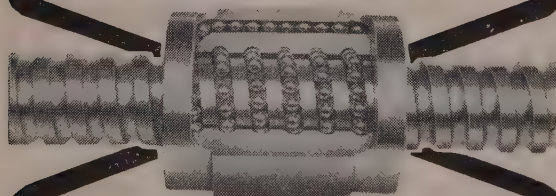
共和無線研究所

本社 東京都港区芝西久保明舟町19
大阪出張所 大阪市北区宗楚町10(中之島ビル内)
名古屋出張所 名古屋市中区岩井通り4の3(マスマビル内)
福岡出張所 福岡市宮内町25(宮内ビル)

電話東京(501)代表2444番
電話土佐堀(44)0058・0059番
電話南(32)2596~8番
電話福岡(3)5565・6390番

ねじの革命!!

ツバキの



ボールねじ



特許番号 252497

(カタログ適量)

椿本鋼球製造株式会社

本社・工場 奈良県北葛城郡当麻村尺土19 電代表 大和高田2742
大阪営業所 大阪市北区南扇町5 椿本ビル内 電大阪(36)3828・3606
東京営業所 東京都台東区浅草七軒町2 電東京(841)4828
名古屋出張所 名古屋市中区宮町4の12(太陽生命ビル) 電名古屋(9)1427

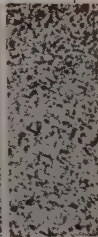
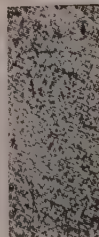
販売代理店 椿本興業株式会社

特許

特殊銀酸化カドミウム接点

T.O.コンタクト・メタル

新しい電気接触材料として銀酸化カドミウムの優秀性は当社が昨年 T.O. コンタクトメタルを完成発売してより急速に認められ右機器に御採用を戴き好評を賜つて居ります。



TOB-2x300 TOB-3x300

御使用機器
電磁閉器
ノーヒューズブレーカ
サーモスタット
各種遮断器
各種電流继电器
各種電圧继电器
各種電機用スイッチ
マイクロスイッチ
タイムスイッチ
片力スイッチ
自動電機装品用

特徴

融着皆無、接触抵抗、温度上昇、移動量僅少、遮断性、耐触性、耐久性大

製造品目

T.O. コンタクトメタル
粉末冶金接点
貴金属合金接点各種

中外接点株式会社

本社・工場 東京都目黒区高木町1509 Tel. (717) 1111~6
足立工場 足立区本木町3-5310 Tel. (881) 6188~9

本邦随一！ 最も信頼度の高い

Corona Electric

振動容量型

超微小電流計
電位絶縁計



VEM-303B

型 式	電位感度／1目盛	電流感度／1目盛	抵抗感度／1目盛
VEM-302A	5 mV	$10^{-13} \sim 10^{-8}$ A	$10^{15} \sim 10^{19} \Omega$
VEM-302B	5 mV ~ 500 mV	$10^{-13} \sim 10^{-8}$ A	$10^{15} \sim 10^{19} \Omega$
VEM-303B	0.1 mV ~ 100 mV	$10^{-16} \sim 10^{-13}$ A	$10^{18} \sim 10^{19} \Omega$
VEM-304B	0.1 mV ~ 100 mV	$10^{-16} \sim 10^{-13}$ A	$10^{18} \sim 10^{19} \Omega$
VEM-305C	0.01 mV ~ 100 mV	$10^{-16} \sim 10^{-11}$ A	10



コロナ電気株式会社

取締役社長 柳 生 迪

本 社 茨城県勝田市大字市毛 TEL 勝 田 663
東京事務所 東京都台東区大塚 2 1 TEL (841) 0967, 5926
水戸工場 茨城県勝田市大字市毛 TEL 勝 田 663
日立工場 茨城県日立市中町2680 TEL 日立 (2) 1755, 1915
関西地区代理店 新日本電工株式会社
大阪市北区絹笠町50 堂ビル内 TEL (36) 1141

乞誌名記入
星カタログ

変圧器用及軸承用 温度計と温度継電器

変圧器用温度計 温度継電器

★主要製品目★

温度指示計 液面調節計 流量計 温度記録計 熱電温度計 温度計 湿度調節計 抵抗温度計 温度計 圧力調節計 電磁動弁 温度計

株式会社 東邦計量器製作所

本社工場 東京都三鷹市下連雀 60 番地
電話 武蔵野 (022) 3 局 3256・4688

新バイメタル BKR 発売

製造品目 (BML - BMM - BMH) 各種
(BML-3 特許 33-421 不錆バイメタル)

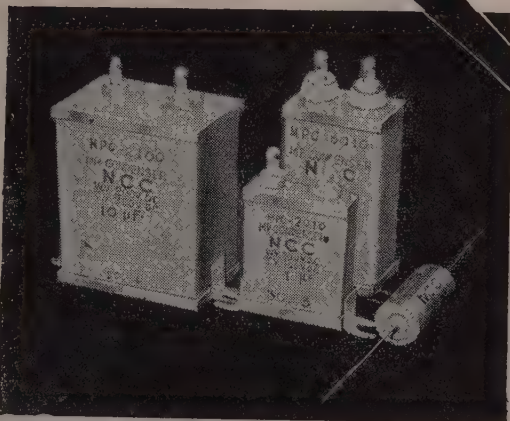
神岡金属工業株式会社

本社 京都市左京区吉田神楽岡町 8 TEL (7) 2751・6408
工場 京都市左京区静門市原町 661 TEL (78) 0620

NCC

エレクトロニクス・オートメーション用

高信頼度・高性能の NCCコンデンサ



(カタログ贈呈)

- NCC MP コンデンサー
.01 μ F-100 μ F 150-700 V
- NCCPH オイルチューブラー
.001-0.5 μ F 400 V -10 KVDC
- NCC シルバード マイカドン
1PF-0.01 μ F 1000 TVDC

NCC

JIS 表示許可工場

松尾電機株式会社

本社 大阪府豊中市洲到止124
電話 大阪 (39) 0828-0829
東京営業所 東京都千代田区神田淡路町2の6
電話 東京 (291) 4448~9



新製品!

実験室・研究室に最適!

電子管式記録計

バリコーダ VR-100型

特 長

- 入力抵抗が大きい
- 零点調整全域
- 追従速度が速い
- 制動状態調整可能
- 送り速度3段切替式
- 小型・軽量・安価

◀ 営業品目 ▶

交直流定電圧装置	TV用各種測定装置
電子管応用計測機器	電子管式自動温度調節装置



日本電気機材株式会社

本社・工場 京都市中京区西ノ京上合町17
電話 (84) 4396~4398 (82) 0395~0396
東京サービス 東京都千代田区神田司町2-15
ステーション 電話 (231) 2236



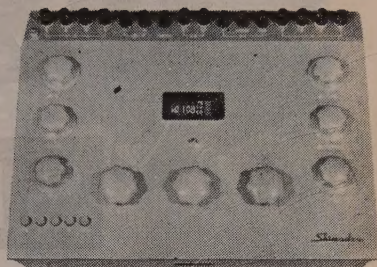
Shimadzu

あらゆる産業の生産性を高める
島津オートメーション計器

最高の精度・やさしい測定

現字式

万能直流電位差計
ブリッジ



ひと目で読める測定値

PD形 現字式万能直流電位差計

測定範囲：高域0-1.61V、中域0-0.161V、低域0-0.0161V、倍率器による最高範囲322V
許容差：高域 $\pm 0.01\%$ + 20 μ V、中域 $\pm 0.015\%$ + 3 μ V、低域 $\pm 0.015\%$ + 0.5 μ V

BD形 現字式万能直流ブリッジ

測定範囲：100-0.01m Ω 、100-0.01 Ω 、100-0.01K Ω 、100-0.01M Ω
最小測定範囲：m Ω の小數以下3位

株式会社島津製作所

本社 京都市中京区河原町二条南
支店 東京・大阪・福岡・名古屋・広島・札幌

動作精度の高い タイムスイッチ



凡ゆる用途に應ずるため、いろいろな方式のものを製作しています。その他タイマーの応用による各種機器の自動寿命試験装置など。

自動試験装置

自動測定と良否の自動選別。光電管応用制御装置
消磁・漏電・断線・混線・流量・圧力・速度・張力其他凡ゆる工業量の異常検知装置。高速度計数制御装置
全自動耐電圧試験装置。耐アーク試験装置他種々

遠隔表示装置

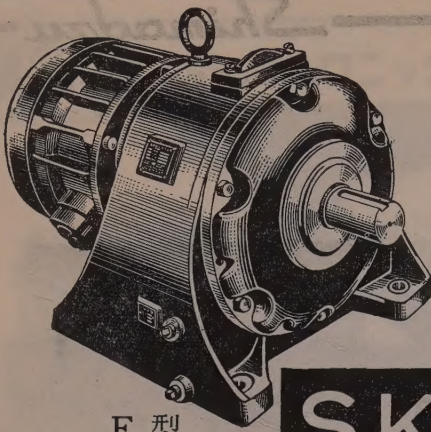
水位・タンパー・貯蔵量其他凡ゆるものの位置表示
温度・圧力・流量・液面・速度・混合率等の自動調節
あらゆる情報の数値的伝達並に遠隔設定装置など
[写真はセルジンによる遠隔水位表示装置の一例]

生産工程の
品質管理の
計量管理の
試験装置の
選別作業の
自動化には……！

工業計測とオートメーションのための
良いアイデアを豊富に用意している

岩佐電気科学研究所

大阪市東淀川区塚本町1丁目10
電話 37-1334 (代表) ~ 6



F 型

3

つの特徴

軽量 強力 低廉

SKKギヤードモートル

ギヤーシェービング・クラウニング加工



株式会社 精機工業所

社長

龜山多通雄

尼崎 市 上 坂 部

電話 大阪 (48) 5921~7

支店 出張所 東京・福岡・札幌・名古屋

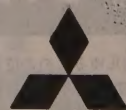


ユニ

uni

ユニは三菱鉛筆の総力を挙げて完成した最高級の製図用鉛筆です。

ユニとは ONE の意味の英語で——現代に存在する唯一のもの——として敢えて名付けました。



三菱鉛筆

本誌広告取扱店 広 和 堂

東京都中央区銀座西8ノ3

小鍛冶ビル5階電話(571) 6836 8763



創業50周年
資本金300億

日立製作所

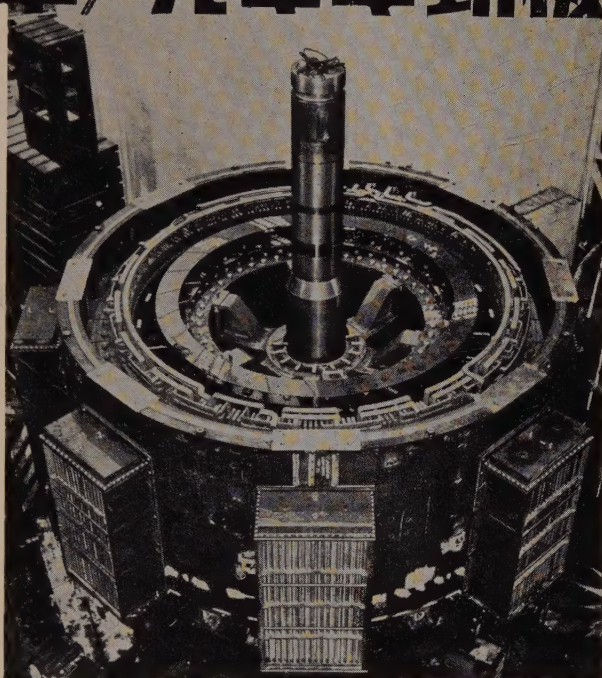
立軸別置型 揚水式発電所向け……

日立 水車/発電電動機

九州電力株式会社諸塚発電所納め

近時、電力系統の大容量化および負荷変動の増大にともない、各所に揚水発電所の計画が具体化してまいりました。

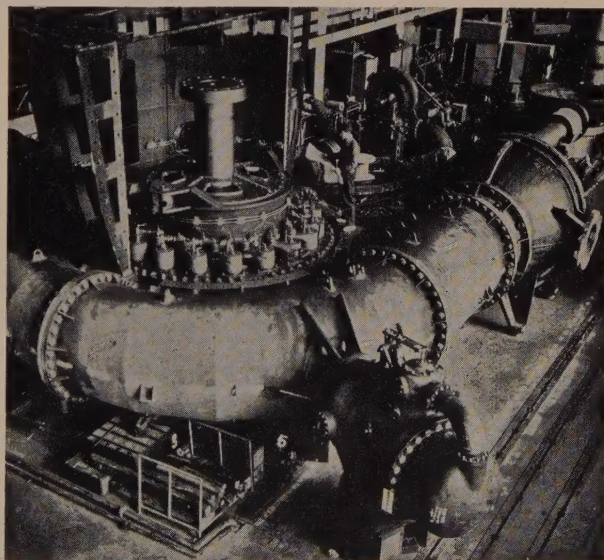
日立製作所では、さきに東北電力株式会社沼沢沼発電所（横軸別置式1951年運転開始）・四国電力株式会社大森川発電所（立軸可逆式1959年運転開始）に揚水発電用機器を製作納入し、わが国の揚水発電所の発展に寄与してまいりました。さらに今回、九州電力株式会社諸塚発電所に54,000 kW立軸フランシス水車および58,000 kVA/56,500 kW発電電動機各1台を完成しました。本機はさきに納入した1,800 mmタービンポンプと組合せ、使用されるものであります。



58,000 kVA / 56,500 kW 発電電動機

仕様

形 式		立 軸 別 置 式
台 数		1
水 車	出 力 (kW)	54,000
	落 差 (m)	226
	水 量 (m ³ /s)	27.0
	回 転 数 (rpm)	300
形 式		単流形フランシス
ボ ン プ	入 力 (kW)	55,000
	揚 程 (m)	241.4
	水 量 (m ³ /s)	18.6
	回 転 数 (rpm)	300
形 式		単吸込2段タービン
発電電動機容量 (kVA/kW)		58,000/56,500



54,000 kW 立軸フランシス水車

昭和二十二年八月二十六日
第三種郵便物認可
昭和三十三年五月二十六日
昭和三十五年六月一日
印刷
發行
(毎月一回一日發行)

電氣學會雜誌

第八十卷 第六冊 第八六一号

定價一部百五十円

500万回以上の機械的動作試験に合格，中央反撥バネ式により構造簡単，超小型軽量

PAK 11 型



本器は、独特の技術による最優秀品で、他の追従を許さず、なお11型は超小型で、3馬力以下用および、電磁継電器としても好評噴々型式名は定格電流と同じです

PB-2型
押釦の外観

75型

150型

300型

600型

11型

18型

35型

モーターの起動用，オートメーション継電器用

本器は一般には、上図の如く熱動継電器付とし、閉鎖型外形を有しますが、使用目的により、防食型、防爆型等、各種が来ます（左図）尚制御用配電盤等には中身だけでも使用しま

RSK 可逆型

A photograph showing a metal door handle assembly mounted on a textured, possibly stone or concrete, surface. The handle has a vertical rectangular base and a circular knob at the top. Below the handle, there is a small rectangular label with Japanese text. Further down, there is a larger rectangular label with Japanese text and some smaller markings.

GCM コンビネーション

PA-KT 防食型

KZM 新防爆型

型式別 最大使用KW (HP) 表 (3P)

電 圧		200／220V		400／440V		取 付 得 る 補 助 接 角
型 式	KW	(HP)	KW	(HP)		
1 1 型	2.2	3	2.2	3	1a 1b 其他	
1 8 "	4.0	5	5.5	7.5	1a 1b(2a2b)	
3 5 "	7.5	1 0	1 1	1 5	" " "	
7 5 "	1 9	2 5	3 0	4 0	2a 2b 固定	
1 5 0 "	3 7	5 0	5 5	7 5	" " "	
3 0 0 "	7 5	1 0 0	1 1 0	1 5 0	" " "	
6 0 0 "	1 5 0	2 0 0	2 2 0	3 0 0	" " "	

PAK 型	閉鎖型 外函付 電磁開閉器(継電器付)
PAK—I	電磁開閉器だけ(外函熱動継電器無)
PAK—II	電磁開閉器 熱動継電器付(外函なし)

東京営業所一港区芝虎ノ門 実業会館ビル (電・(591)3900-
大阪営業所一北区芝田町44 芝田ビル (電・(34)3271-
名古屋営業所一名古屋市駅前 住友銀行ビル (電・(54)623-27
福岡営業所一名天神町 正金ビル (電・(4)860-868-
札幌営業所一大通西5丁目 大五ビル (電・(2)3699-(4)49-
東京戸上商事一千代田区神田旭町 大蓄ビル (電・(251)5285-7546-96
大阪戸上商事一北区芝田町 芝田ビル (電・(36)5191-51-
名古屋工場一熱田区花表町3/18 (電・(8)7487-94-
本社工場一佐賀市大財町385 (電・佐賀代表(4)-

所他製機電上戸